



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**  
**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**  
**CURSOS ABIERTOS**

**I CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y  
PARA EDIFICIOS (SUMINISTROS Y UTILIZACION)**

**MODULO II**

**INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS  
DIRECTORIO DE PROFESORES**

**Del 3 al 14 de octubre de 1994.**

- 1.- Ing. Noé Armas Morales  
Director de Mantenimiento  
Departamento del Distrito Federal  
San Antonio Abad 231-2do. Piso  
Tel. 571 30 94 y 762 65 29
- 2.- Ing. Guillermo Aguilar Campuzano  
Gerente de Instalaciones  
Hyartym, SA de CV.  
Bosques de Duraznos No. 61-4to. Piso  
Col. Bosques de las Lomas  
Tel. 596 66 11 y 596 63 67
- 3.- Ing. Ignacio González Castillo  
Coordinador del Subprograma de Manejo  
DIME, SA de CV  
Tel. 550 52 15 y 548 16 03
- 4.- Ing. Sergio Ordoñez Lezama  
Director del Grupo PISA  
Proyectos Industriales SA de CV  
Concepción Beistegui 1402  
Col. Del Valle  
Tel. 687 92 11
- 5.- Ing. Lázaro Ponce Díaz  
Director del ISO Ingeniería SA de CV  
C. Paranagua 232-2  
Col. Zacatenco  
Tel. 754 42 08
- 6.- Ing. Pablo Zapiaín Lechuga  
Director General  
Matamoros No. 23  
Col. Del Carmen  
Deleg. Coyoacán  
C.P. 04100  
Tel. 554 01 87 y 659 47 79

\*rgd.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
 CURSOS ABIERTOS  
**I CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**  
**(SUMINISTROS Y UTILIZACION)**  
**MODULO II:INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

F E C H A	H O R A R I O	T E M A	P R O F E S O R
Lunes 3	17 a 21 hrs.	Introducción Características Generales de una instalación eléctrica. Condiciones que debe cumplir una instalación eléctrica. Reglamentación como instrumento de seguridad.	Ing. Ignacio González Castillo
Martes 4	17 a 21 hrs.	Elementos principales constitutivos de instalación eléctrica análisis de los elementos constitutivos.	Ing. Guillermo Aguilar Campuzano
Miércoles 5	17 a 21 hrs.	Sistemas de distribución	Ing. Pablo Zapiaín Lechuga
Jueves 6	17 a 21 hrs.	Conductores: Condiciones de diseño	Ing. Lázaro Ponce Díaz
Viernes 7	17 a 21 hrs.	Medio de soporte y protección de los conductores	Ing. Ignacio González Castillo
Sábado 8	9 a 13 hrs.	Medios de protección Selección de protección Centros de Distribución	Ing. Noé Armas Morales
Lunes 10	17 a 21 hrs.	Subestaciones usadas en instalaciones para edificios	Ing. Noé Armas Morales
Martes 11	17 a 21 hrs.	Instalaciones especiales	Ing. Pablo Zapiaín Lechuga
Jueves 13	17 a 21 hrs.	Sistemas de generación	Ing. Sergio Ordóñez Lezama
Viernes 14	17 a 21 hrs.	Sistemas de pararrayos	Ing. Ignacio González Castillo

ORGANO RECTOR DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS DE UTILIZACION

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO  
INDUSTRIAL

SUBSECRETARIA DE COMERCIO INTERIOR

DIRECCION GRAL. DE INSPEC. Y VIG.

DIRECCION DE ELECTRICIDAD Y GAS

SUBDIRECCION DE ELECTRICIDAD

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

DEPARTAMENTO DE INSTALACIONES

(LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD ~  
 NO PROPORCIONARA EL SERVICIO SI LAS ~  
 INSTALACIONES DEL TIPO ANTERIOR NO ~  
 CUENTAN CON LA AUTORIZACION DE SECOFI.)

ARTICULO 29 ~ SOLO PODRAN PONERSE A LA  
 VENTA O UTILIZARSE LOS EQUIPOS Y  
 COMPONENTES ELECTRICOS AUTORIZA ~  
 DOS POR LA SECRETARIA.

### VENTAJAS:

- MAYOR CONFIANZA EN SU BUEN FUNCIONA  
 MIENTO.
- MAYOR SEGURIDAD PARA EL USUARIO.
- BRINDA PROTECCION AL CONTRATISTA
- REFACCIONES Y FOLLETOS INSTRUCTIVOS.
- DEFINE CAMPOS DE RESPONSABILIDAD.

REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO  
PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA.

CAPITULO XI. - DE LAS OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULOS 93 AL 97, 101 y 102

CAPITULO XVIII - DE LA INSPECCION Y VIGILANCIA.

ARTICULO 202. -

I. - INICIALES

II. - PERIODICAS

III. - EXTRAORDINARIAS.

CAPITULO XIX - DE LAS PERSONAS CAPACITADAS PARA PROYECTAR Y EJECUTAR OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

b) La previa aprobación de la "Secretaría", para su venta y uso, tal como se encuentra establecido en la "Ley" y su Reglamento.

ARTICULO 8o.—Las instalaciones para el uso de energía eléctrica deben hacerse de tal manera que el funcionamiento del equipo, de un usuario no produzca daños, molestias o perjuicios a terceros. Cuando estos casos se presenten, el usuario del servicio que los origina debe aplicar las medidas pertinentes a fin de corregir la situación, de acuerdo con las disposiciones de la "Ley" y su Reglamento.

## CAPITULO II

### NORMAS TECNICAS PARA

### INSTALACIONES ELECTRICAS

ARTICULO 9o.—La formulación, expedición, revisión y actualización de las "Normas Técnicas" estará a cargo de la "Secretaría", la que se apoyará en las opiniones que para tal efecto emita el Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

El Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas se compondrá de un representante de cada una de las Direcciones Generales de Normas y de Energía de la propia "Secretaría", otro de la Comisión Federal de Electricidad, otro de Petróleos Mexicanos y otro de la Cámara de la Industria de Transformación. El Comité estará presidido por el Director General de Normas de la "Secretaría" y podrá invitar a sus sesiones, cuando lo estime conveniente, a representantes de otros organismos del sector público y de organizaciones del sector privado que puedan tener ingerencia en la materia.

VIII

ARTICULO 10o.—La "Secretaría" dará a conocer, por conducto del "Diario Oficial" de la Federación, la expedición de las "Normas Técnicas" así como de las adiciones, supresiones o modificaciones que resulten de sus revisiones periódicas para su actualización y vigencia.

ARTICULO 11o.—Los aspectos de las instalaciones que no estén previstos en las "Normas Técnicas", serán resueltos por la "Secretaría" escuchando las opiniones del Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

Las obras e instalaciones que vayan a pasar a ser propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, se ajustarán además de lo que sea aplicable de este Reglamento y sus "Normas Técnicas", a los requisitos técnicos aprobados por la "Secretaría" para dicho organismo.

### TRANSITORIO

PRIMERO.—El presente Reglamento entrará en vigor 30 días después de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación fecha en la que entrarán en vigor también las "Normas Técnicas" que en cumplimiento del artículo 10o. de este ordenamiento expida la "Secretaría", con la debida oportunidad.

SEGUNDO.—Al entrar en vigor el presente Reglamento, quedará abrogado el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, publicado en el "Diario Oficial" de la Federación el 31 de marzo de 1950.

TERCERO.—Este Reglamento y sus Normas Técnicas se aplicarán a las instalaciones nuevas, a la ampliación o modificación de las existentes y a aquellas instalaciones existentes que por su estado o característica impliquen algún riesgo para las personas o sus bienes, las cuales deberán corregirse en los plazos que fije la Secretaría, de acuerdo con las disposiciones aplicables.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los cuatro días del mes de junio de mil novecientos ochenta y uno.— José López Portillo.—Rúbrica.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rúbrica.

ACUERDO SECRETARIAL PUBLICADO EN EL  
DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL  
5 DE MAYO DE 1988

ESTABLECE Y DEFINE LOS PUNTOS SIGUIENTES:

- TIPO DE INSTALACIONES QUE REQUIEREN AUTORIZACION SECOFI PARA SU SUMINISTRO
- TODOS LOS SERVICIOS PROPORCIONADOS EN A.T. EXCEPTO S.E. TIPO DOSTE PARA RIEGO AGRICOLA
- TODOS LOS SERVICIOS PROPORCIONADOS EN B.T. CON CARGAS MAYORES A 20 KW, INSTALADAS EN AMBIENTES CON ATMOSFERAS NO PELIGROSAS.

INDUSTRIALES

COMERCIALES

CONJUNTOS HABITACIONALES

CENTROS DE REUNION PUBLICA

CENTROS ESCOLARES

IGLESIAS

EDIFICIOS DE OFICINAS, Etc.

- TODOS LOS SERVICIOS PROPORCIONADOS EN B.T CON CARGAS MAYORES A 10 KW, INSTALADAS EN AMBIENTES CON ATMOSE-  
RAS EXPLOSIVAS E INFLAMABLES

VAPORES Y SUBSTANCIAS VOLATILES

POLVOS INFLAMABLES O EXPLOSIVOS

FIBRAS O PELUZAS INFLAMABLES

- EMPRESAS MICROINDUSTRIALES CON CAR-  
GAS INSTALADAS MAYORES A 40 KW EN  
AMBIENTES NORMALES Y MAYORES A  
20 KW EN AMBIENTES PELIGROSOS.

- CONDICIONES Y REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER  
LOS PROYECTOS ELECTRICOS.

- PLANOS

- RESPONSIVA

- MEMORIA DE CALCULO

DE CORTO CIRCUITO

DEL SISTEMA DE TIERRAS EN S.E.

- ESPECIFICACIONES

DE EQUIPOS Y MATERIALES

DE CONSTRUCCION.

- CONDICIONES Y REQUISITOS QUE DEBEN REUNIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

- CONSTRUCCION ELECTRICA CON BASE EN UN PROYECTO PREVIAMENTE ELABORADO.
- UTILIZACION DE EQUIPOS Y COMPONENTES ELECTRICOS AUTORIZADOS
- PRUEBAS ELECTRICAS SATISFACTORIAS
- RESPONSIVA DE CONSTRUCCION.
- NORMATIVIDAD ELECTRICA.

- REQUISITOS QUE DEBEN CUBRIRSE PARA RECIBIR LA AUTORIZACION NECESARIA PARA CONTRATAR EL SERVICIO ELECTRICO CON CFE.

- SOLICITUD DE AUTORIZACION Y AVISO DE TERMINACION DE OBRAS CONTENIENDO DATOS DEL USUARIO Y LISTA DE CARGAS
- COPIA DEL ESCRITO DE PRESENTACION DEL PROYECTO ANTE SECOFI.
- CARTA DE RESPONSIVA DE CONSTRUCCION ELECTRICA, CONTENIENDO LOS DATOS SIGUIENTES:

DECLARACION DEL RESPONSABLE BAJO  
PROTESTA DE DECIR VERDAD :

QUE LA CONSTRUCCION SE ADEGA  
AL PROYECTO APROBADO.

QUE SE UTILIZARON EQUIPOS  
Y COMPONENTES ELECTRICOS AU-  
TORIZADOS POR LA SECRETARIA

QUE LA INSTALACION ELECTRICA  
CUMPLE CON LAS NORMAS TECNICAS  
DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS.

QUE SE EFECTUARON LAS PRUE-  
BAS ELECTRICAS.- (Anexar  
una copia del resultado de ~  
pruebas).

- LA SECRETARIA EJERCERA INSPECCION EN  
LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SI ASI LO ~  
JUZGA CONVENIENTE.

- LA SECRETARIA EJERCERA CONTROL SOBRE LAS ACTIVIDADES DE LOS RESPONSABLES.

- INCIDIRA SOBRE EL REGISTRO O DEFRENDO.
- SE APLICARAN SANCIONES ADMINISTRATIVAS

SI EXISTE DOLO O MALAFE

SI EXISTE INDOLENCIA O IGNORANCIA DE LAS DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS DE SEGURIDAD ELECTRICA. (NORMAS TECNICAS).

SI EXISTE DESACATO A CUALQUIER ORDENAMIENTO DE LA SECOFI RELACIONADO CON SU ACTIVIDAD.

## SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

DIARIO OFICIAL, 9 de mayo de 1988

DIARIO OFICIAL, 6 de octubre de 1988

ACUERDO que establece los requisitos que deben contener los proyectos y los trámites simplificados para obtener la aprobación de las instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

HECTOR HERNANDEZ CERVANTES, Secretario de Comercio y Fomento Industrial, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 34 fracción XXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 28, 44 y demás relativos de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, lo. 25, 27, 29, 44 y 45 de la Ley Federal para el Fomento de la Microindustria y

### CONSIDERANDO

Que de conformidad con el artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, corresponde al solicitante del servicio realizar a su costa y bajo responsabilidad las obras e instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica, las cuales deberán satisfacer los requisitos técnicos y de seguridad que fijan los Reglamentos, estableciendo además, que antes de ejecutar dichas obras e instalaciones deben formularse los proyectos correspondientes de acuerdo con los lineamientos y normas que fije esta Secretaría.

Que dicho precepto igualmente establece que sin perjuicio de las facultades de esta Dependencia para corroborar el cumplimiento de los requisitos que se establezcan, sólo requerirán de la aprobación de la misma, las instalaciones eléctricas para industrias, servicios de alta tensión, suministros en lugares de concentración pública, edificios destinados para varios usuarios y en áreas consideradas peligrosas, de conformidad con las normas citadas.

Que en el Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de 18 de junio de 1984, se establecieron los requisitos para la aprobación de los proyectos e instalaciones para el uso de energía eléctrica, el cual fué modificado por diverso publicado en el mismo órgano informativo de 30 de junio de 1986, con el fin de simplificar los trámites en esta materia, entre otros, el ya no requerir la previa aprobación de los proyectos, siendo necesaria la presentación de éstos solamente con el

objeto de que esta Secretaría pueda formular las observaciones técnicas que procedan y establecer que la previa aprobación de esta Dependencia sólo se requerirá cuando las instalaciones rebasen las cargas de Kw. que se determinan.

Que con fecha 26 de enero de 1988, se publicó la Ley General para el Fomento de la Microindustria, la cual tiene por objeto fomentar el desarrollo de la microindustria mediante el otorgamiento de los diversos apoyos a que la misma Ley se refiere, así como a través de simplificar trámites administrativos ante autoridades federales y promover la coordinación con autoridades locales o municipales para este último objeto, en los términos de los Acuerdos de Coordinación, que al efecto se suscriban, en los cuales se prevé la creación de "Ventanillas Unicas de Gestión" a fin de facilitar a las empresas microindustriales correspondientes todos los trámites relativos a su constitución, instalación y funcionamiento.

Que la simplificación o eliminación de trámites en esta materia para las empresas microindustriales mencionadas, se puede dar estableciendo que sus instalaciones eléctricas sólo requerirán la previa aprobación de esta Secretaría cuando tengan cargas superiores a los 40 Kw. en áreas normales y 20 Kw. en áreas consideradas peligrosas, en lo cual sólo por excepción, las instalaciones de dichas empresas requerirán tal aprobación.

Que para estar en condiciones de llevar a cabo lo anterior, sería necesario modificar una vez más el Acuerdo publicado en junio de 1984 de donde resulta la conveniencia de expedir uno nuevo que además de facilitar su aplicación y consulta, recoja los procedimientos simplificados ya existentes en esta materia, los que deben los que deben implementarse en favor de las empresas microindustriales mencionadas y en general, para todos los usuarios del servicio público de energía eléctrica lo que a juicio de esta Dependencia no implica que queden desprotegidos los usuarios de dicho fluido, en razón de la capacidad técnica y honorabilidad de los profesionales y otras personas directamente autorizadas por la propia Secretaría para la ejecución de las instalaciones eléctricas de que se trata. he tenido a bien expedir el siguiente.

ACUERDO QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS QUE DEBEN CONTENER LOS PROYECTOS Y LOS TRAMITES SIMPLIFICADOS PARA OBTENER LA APROBACION DE LAS INSTALACIONES DESTINADAS AL USO DE ENERGIA ELECTRICA.

ARTICULO 1o.—Requerirán la previa aprobación de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial las instalaciones de energía eléc-

trica con carga total instalada mayor de 20 Kw. que se destinen a:

I.—Industrias.

II.—Suministro en alta tensión, cualquiera que sea el fin al que se destine la energía eléctrica, salvo las subestaciones tipo poste para riego agrícola que se instalen bajo la supervisión de la Comisión Federal de Electricidad.

III.—Inmuebles de concentración pública.

IV.—Edificios ocupados por arrendatarios, copropietarios o condóminos.

También requerirán la previa aprobación de dicha Secretaría las instalaciones de energía eléctrica con carga total instalada mayor de 10 Kw. establecidas en áreas consideradas peligrosas.

ARTICULO 2o.—Tratándose de las empresas microindustriales a que se refiere la Ley Federal para el Fomento de la Microindustria, sólo requerirán la previa aprobación prevista en el Artículo anterior, las instalaciones de energía eléctrica con carga total instalada mayor de 40 Kw. en áreas normales o de 20 Kw., cuando las instalaciones se encuentren en áreas consideradas peligrosas.

ARTICULO 3o.—Para los efectos de este Acuerdo se consideran:

I.—Industrias, las señaladas en el Catálogo Mexicano de Actividades Económicas.

II.—Inmuebles o lugares de concentración pública:

Arenas de Box

Auditorios

Bancos

Baños públicos

Bares y Cantinas

Bibliotecas Públicas

Cárceles y reclusorios

Carpas y circos

Centros de Conferencias

Centros nocturnos (cabarets)

Cines

Edificios para oficinas públicas

Edificios para oficinas privadas en donde se atiende al público

Escuelas y demás centros docentes

Establecimientos comerciales

Estadios

Ferías y exposiciones

Galerías o salas de exposición

Gimnasios y centros deportivos

Hospitales y clínicas

Hoteles, moteles y albergues

Iglesias y templos

Funerarias

Mercados

Museos

Plazas taurinas

Restaurantes y cafeterías

Salas para fiestas

Salones de baile

Teatros

Terminales para pasajeros (aéreas, terrestres, marítimas).

Los demás inmuebles destinados a fines de esparcimiento, recreativos, culturales, para recibir un servicio, concertar negocios o cualquier otro que sea motivo de reunión en forma habitual.

III.—Inmuebles y áreas peligrosas:

Bodegas y almacenes de materias líquidas, sólidas y gaseosas peligrosas

Estaciones terminales de almacenamiento de hidrocarburos líquidos y gaseosos

Fábricas de pinturas a base de solventes inflamables

Fábricas de productos de hule y sus derivados

Fábricas donde haya áreas de niquelado galvanoplastia y polvos metálicos

Fábricas textiles

Fábricas o muebles de madera

Gasolineras

Hangares y talleres de reparación aeronáutica

Laboratorios (donde se manejen sustancias peligrosas)

Madererías

Minas y plantas de refinación en general

Plantas de bombeo de hidrocarburos líquidos y gaseosos

Plantas de almacenamiento y envasado de gas

Plantas de refinación de petróleo

Plantas de tratamiento de carbón

Plantas químicas y petroquímicas

En general, todos aquellos inmuebles o áreas a que se refiere la Sección 501 de las Normas Técnicas del Reglamento de Instalaciones Eléctricas.

**ARTICULO 4o.**—Los proyectos y la construcción de las instalaciones para el uso de energía eléctrica, aun cuando estas últimas no requieran la aprobación previa por parte de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en lo sucesivo "La Secretaría", estarán a cargo de técnicos responsables previamente registrados ante dicha Dependencia, siendo obligación de los usuarios conservar los proyectos correspondientes con la firma y número de Registro del Técnico Responsable en los inmuebles en donde se hayan realizado las instalaciones de que se trate.

**ARTICULO 5o.**—En los casos en que las instalaciones para el uso de energía eléctrica requieran la aprobación previa de esta Secretaría, antes de que se inicie la ejecución de ellas, el proyecto correspondiente, que requerirá estar integrado por planos y memoria técnica, esta última sólo en el caso de que tales instalaciones sean para alta tensión o alta y baja tensión, deberá presentarse ante la Dirección General de Inspección y Vigilancia de la propia Dependencia o en la Delegación Coordinadora Regional o Federal en cuya jurisdicción se encuentre el inmueble para el cual se proyecta la instalación, acompañado de una solicitud por escrito en la que se proporcionará la información y se anezarán los documentos a que se refiere el artículo 10 de este Acuerdo.

**ARTICULO 6o.**—Previamente a la elaboración del proyecto, el usuario deberá consultar al suministrador si puede proporcionar el servicio con oportunidad, en los siguientes casos:

1.—Si la carga instalada excede de las señaladas para los casos a que se refieren los artículos 1o. y 2o. de este Acuerdo.

2.—Si el lugar en el que deberá proporcionarse el servicio se encuentra a más de 200 m. del registro o poste de la red de alta o baja tensión existente más próxima.

**ARTICULO 7o.**—Los planos se elaborarán tomando en cuenta lo siguiente.

1.—El original se dibujará en papel albaneno o cualquier otro que permita obtener copias heliográficas con claridad.

2.—El tamaño de los planos se sujetará a las siguientes dimensiones en cm.: 70x110, 55x70, 35x55, 28x40 y 21.5x28.

3.—La letra será de un alto mínimo de 2 mm., y puede ser escrita con plantilla o a mano usando el tipo de imprenta, en cuyo caso deberá ser lo suficientemente clara.

Las escalas serán las adecuadas para que en los tamaños fijados, se

tenga el espacio suficiente para lo que se desee presentar, anotándose en cada plano la escala utilizada. Es recomendable, según el caso, usar las siguientes escalas: 1:100,000; 1:5,000 1:2,000; 1:1,000 1:1,000; 1:500; 1:00 y 1:50.

5.—Se usará el Sistema General de Unidades de Medidas, de acuerdo con la Norma NOM-Z:1 vigente (Sistema Métrico Decimal) y el idioma español en todas sus leyendas.

6.—Contendrán exclusivamente los datos relativos a las instalaciones eléctricas, serán claros e incluirán la información suficiente para su correcta interpretación de manera que permita construir la instalación. Se indicarán notas aclaratorias a los puntos que el proyectista considere necesarios.

7.—Se usarán los símbolos que se indican en la Tabla 1 que se inserta al final de este Acuerdo. En caso de tener que usar algún símbolo que no parezca en dicha Tabla, se indicará su descripción en los planos.

8.—Se dejará en la esquina inferior derecha un cuadro en el que se anotará:

a).—Nombre o razón social del solicitante del servicio.

b).—Domicilio (calle y número, Colonia, Código Postal, Delegación o Población, Municipio y Entidad).

c).—Uso al que se vaya a destinar la instalación (giro o actividad).

d).—Nombre, número de registro en la Secretaría y firma del responsable del proyecto. En el caso de la elaboración de planos de instalaciones ya construidas, el que firma como responsable del proyecto también se hace responsable de éstas.

e).—Fecha de elaboración del proyecto.

9.—En caso de que el proyecto esté integrado por varios planos, se anotará la continuidad de cada plano con respecto al general de conjunto en el que se indicará la acometida, la subestación, en su caso, los alimentadores principales hasta los centros de cargas, anotando los números de los planos correspondientes y acotándose la parte de la instalación comprendida en cada plano.

10.—El proyecto contendrá:

A).—Diagrama unifilar.

B).—Cuadro de distribución de cargas por circuito.

C).—Planos de planta y elevación, en su caso.

D).—Croquis de localización en relación a las calles más cercanas.

E).—Lista de materiales y equipo por utilizar.

F).—Memoria técnica a que se refiere el artículo 5o. de este Acuerdo.

11.—El diagrama unifilar comprenderá:

A).—Acometida.

B).—Subestación, en su caso, mostrando las características principales de los equipos que la integran. Si la subestación es del tipo unitario se indicará el número de la autorización de la Dirección General de Normas de la Secretaría.

C).—Alimentadores hasta los centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc., indicando su longitud en cada caso y caída de tensión representada en por ciento.

D).—Alimentadores y circuitos derivados, excepto los controlados desde los tableros de alumbrado.

E).—Tipo, capacidad interruptiva y rango de ajuste de cada una de las protecciones de los alimentadores principales y derivados.

F).—Calibre, tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de los alimentadores principales y derivados.

G).—Tipo y dimensiones de la canalización empleada en cada alimentador.

12.—El cuadro de distribución de cargas comprenderá:

A).—Alumbrado.

Número de circuito, número de lámparas, contactos o dispositivos eléctricos por cada circuito, fases a que va conectado el circuito, carga en watts y corriente en amperes de cada circuito, calibre de los conductores, diámetro de tubería y protección contra sobrecorriente por cada circuito, desbalanceo entre fases expresado en por ciento.

B).—Fuerza

Número del circuito, fases del circuito, características de los motores o aparatos y sus dispositivos de protección y control así como indicar a qué circuito están conectados y el nombre de la máquina o máquinas que accionen, calibre de conductores, diámetro de tubería o ducto y el resumen de cargas indicando el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.

13.—Los planos de planta y elevación comprenderán:

A).—Localización del punto de la acometida del interruptor general y del equipo principal incluyendo el tablero o tableros generales de distribución.

B).—Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y contactos y de concentraciones de interruptores.

C).—Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros) de alimentadores y circuitos derivados, tanto de fuerza como de alumbrado identificado cada circuito, e indicando su calibre y cana-

lización de motores y equipos alimentados por los circuitos derivados localización de los arrancadores y sus medios de desconexión, localización de contactos y unidades de alumbrado con sus controladores, identificando las cargas con su circuito y tablero correspondiente.

D).—Localización, en su caso, de áreas peligrosas indicando su clasificación de acuerdo a las normas técnicas de instalaciones eléctricas.

Si en el proyecto existen puntos que puedan dar lugar a diferentes interpretaciones, se detallará la información pertinente, como por ejemplo en los casos de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

14.—El croquis de localización comprenderá:

La manzana y las calles que la circundan, la ubicación del predio dentro de la manzana, número de lote o número oficial, la orientación, colonia, población y otras referencias que faciliten su localización.

15.—Las listas de materiales y equipo especificado comprenderá:

Cada uno de los principales materiales y equipos que se utilizarán especificando su marca y número de registro en esta Secretaría.

ARTICULO 8o.—La memoria técnica comprenderá:

1.—Los datos que sirvieron de base para establecer el criterio de diseño y que fijará la forma de operar la instalación, tales como factor de demanda de cada alimentador principal y derivado, régimen de trabajo y tipo de servicio de motores y soldadoras, etc.

2.—Los cálculos para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica y nominal de las protecciones principales de la instalación.

3.—Los cálculos correspondientes al sistema de tierras para subestaciones, considerando las tensiones de paso, contacto y red, así como la selección de calibre y longitud del conductor de la malla.

ARTICULO 9o.—En la elaboración de los planos de detalle de las instalaciones se tomará en cuenta:

1.—Para subestaciones:

a).—Mostrar el arreglo del equipo eléctrico que integra la subestación, indicando las distancias entre partes energizadas entre sí y a tierra. Cuando se trate de subestaciones abiertas, marcar la altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc. La vista de planta, elevación y detalles de la subestación, mostrarán con claridad la acometida del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamiento entre líneas, mufas, instalaciones de aisladores de suspensión, de afiler, de tensores y retenida, etc.

b).—Indicar dónde se localiza: el drenaje, la ventilación, los extinguidores, los accesorios de seguridad, los accesos al local, cercas

protectoras, sistema de tierra, anuncios de peligro, las tarimas aislantes y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que el proyecto incluya.

c).—Mostrar la localización e instalación de cables en ductos, excepto lo referente a la acometida del servicio, los registros y las vueltas que los cables efectúen en su recorrido. Asimismo, anotar las cables efectúen en su recorrido. Asimismo, anotar las características de estos conductores.

d).—Indicar claramente la conexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador; incluyendo sus medios de soport y terminales, en su caso.

e).—Anotar el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación; el o los tipos de interruptores utilizados, su corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos; cuando se utilicen fusibles, se indicará si son de expulsión o no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

f).—Anotar la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al suministrador.

g).—Señalaron la existencia de mecanismos que implidan operar con carga los desconectores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas en el caso de subestaciones compactas.

h).—Anotar las características completas del o los transformadores tal y como aparecen en sus placas de datos.

i).—Indicar tipo y mecanismos de operación de desconectores e interruptores, material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados; material y dimensiones de las barlas o conductores de alta tensión, características de capacitadores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.

2.—Para protección contra sobrecorriente, indicar el tipo de la protección (si es fusible, anotar si es de doble elemento, limitador de corriente o del tipo convencional); tensión y corriente nominal (especificar el valor del elemento fusible o la calibración, en caso de termomagnéticos y electromagnéticos con disparo ajustable); marco y capacidad interruptiva en amperes simétricos y tipo de cubierta. En caso de utilizar relevadores se indicará su tipo y rango de ajuste.

3.—Para conductores. Indicar calibre, tipo de material, clase de aislamiento y tensión en volts, mencionando si es cable o alambre, así como el tipo y material de sus cubiertas y si cuenta con pantallas semiconductoras.

4.—Para canalizaciones:

a).—Tubos conduit. Indicar tipo de material, espesor de la pared, recubrimiento, diámetro nominal y si es reflexible o rígido.

b).—Ducto metálico con tapa. Indicar el área o sección transversal del ducto.

c).—Charolas. Anotar tipo de material y ancho de la charola y dibujar detalle del acomodo de los cables en cada tramo.

5.—Para motores:

a).—Indicar para cada motor, los datos completos de sus respectivas placas.

b).—Cuando se trate de soldaduras, indicar los datos completos de sus placas.

c).—Indicar el tipo de controlador, (clavija, desconectador, interruptor o contactor), si es automático o manual y si es a tensión reducida o completa, así como el tamaño y tipo de cubierta del mismo.

d).—Anotar el valor en amperes de la protección contra sobrecorriente del motor.

e).—Tipo, capacidad y tensión nominal del medio de desconexión, indicando las características de la cubierta.

f).—Identificar todos los motores que aparecen en los diagramas unifilares, vistas físicas y cuadros de cargas.

6.—Para alumbrado y contactos:

a).—Indicar el tipo de lámparas y portalámparas, tensión nominal; capacidad en watts; pérdidas en watts del balastro o reactor mencionando el número de lámparas que dependen de cada reactor y si éste es parte integrante del portalámparas o no, asimismo, especificar el tipo de cubierta de portalámparas.

b).—Indicar la capacidad en watts de los contactos, número de fases especificando si esta o no aterrizado, tensión normal y tipo de cubierta.

7.—Para sistemas de tierras, la instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, pueden representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquier caso contendrá las características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterada; especificará las características del puente de unión que conecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierra, señalando las características de los conectores empleados, incluyendo si son del tipo soldable atornillable; se anotarán los criterios y cálculos, en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierra.

**ARTICULO 10.**—La solicitud relacionada con el proyecto a que se refiere el artículo 5o., deberá contener la siguiente información:

I.—Nombre, domicilio particular, Código Postal y número telefónico de la persona física o moral propietaria del inmueble a que se refiere la siguiente fracción;

II.—Domicilio del inmueble para el cual se proyecta la instalación, anotando calle, número, Colonia, Código Postal, Delegación o Población, Municipio y Estado y número telefónico;

III.—Nombre y número de registro del responsable del proyecto y el de la construcción de la instalación eléctrica de ser distinto, así como domicilio y Código Postal de ambos para recibir notificaciones;

IV.—Uso al que se vaya a destinar la instalación eléctrica y carga (Kw);

V.—Copia de cada uno de los planos que integran el proyecto de la instalación;

VI.—Un tanto de la memoria técnica en los casos mencionados en el artículo 5o. de este Acuerdo;

VII.—Programas de obras;

VIII.—Fotocopia de la credencial de registro del responsable del proyecto y el de la construcción eléctrica, de ser distinto.

Si el proyecto no contiene todos los requisitos y anexos a que se refiere este artículo, no será admitido, indicándole al solicitante las deficiencias u omisiones.

**ARTICULO 11.**—Dentro de los 15 días hábiles siguientes a la fecha en que fue admitido el proyecto, la Secretaría podrá objetarlo por no reunir los requisitos a que se refiere el Reglamento de Instalaciones Eléctricas. Transcurrido dicho plazo y si dentro del mismo no se formularen observaciones, las que en todo caso deberán comunicarse por escrito al interesado, el responsable del mismo o, en su caso, el de la construcción de la instalación eléctrica, podrá iniciar las obras correspondientes bajo la responsabilidad técnica de cualesquiera de dichas personas.

**ARTICULO 12.**—Cuando se trate de instalaciones para uso de energía eléctrica que requieran la aprobación previa de esta Secretaría o ampliaciones a las mismas, el técnico responsable debidamente registrado deberá efectuarlas tomando en cuenta lo siguiente:

1.—Apegarse al proyecto presentando ante la Secretaría.

2.—Utilizar los materiales, dispositivos aparatos y equipos oficialmente aprobados, con especial cuidado en las áreas peligrosas.

3.—En caso de que el proyecto tenga alguna deficiencia, se corregirá ésta, informado al solicitante del servicio.

4.—Cuando durante la construcción surjan cambios importantes al proyecto, deberá actualizarse el mismo y presentarlo nuevamente a la Secretaría.

5.—Una vez terminada la instalación y antes de energizarla se harán como mínimo las pruebas indicadas en el artículo siguiente.

**ARTICULO 13.**—El número de pruebas que deben realizarse en las instalaciones eléctricas serán, como mínimo, las previstas en las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas cuyo número se indicará entre paréntesis:

1.—Resistencia de aislamiento (102.5).

2.—Continuidad de conductores (301.6).

3.—Continuidad de de canalizaciones (301.5).

4.—Resistencia de electrodos artificiales (206.49).

5.—Resistencia total del sistema de tierras en las subestaciones (603.2).

**ARTICULO 14.**—Para obtener la aprobación de la instalación eléctrica se deberá presentar lo siguiente:

1.—Aviso por escrito de terminación de la construcción, firmado por el responsable y el propietario o usuario comunicando el resultado de las pruebas mencionadas en el artículo 13 de este Acuerdo y declarando, bajo protesta de decir verdad, lo siguiente:

a).—Nombre y número de registro del responsable del proyecto y fecha de presentación del mismo ante la Secretaría.

b).—Que la instalación eléctrica se hizo ajustándose el proyecto previamente presentado, anexándose copia del escrito con que se presentó.

c).—Que se utilizaron los materiales y equipos aprobados por la Secretaría.

d).—Que se cumplió con el Reglamento de Instalaciones Eléctricas y sus Normas Técnicas.

e).—Que la carga en Kw (kva para subestaciones) corresponde a lo que se proyectó anexando la relación de carga de la instalación.

f).—Nombre del solicitante del servicio.

g).—Dirección de la instalación y giro.

h).—Nombre, número de registro en la Secretaría y firma del responsable de la construcción de la instalación eléctrica.

La Secretaría podrá, de considerarlo necesario, practicar inspección sobre las instalaciones.

**ARTICULO 15.**—Si el aviso a que se refiere el Artículo anterior

reúne todos los requisitos señalados en el mismo, será admitido sellándosele al interesado una copia. De no reunirlos se le indicarán por escrito las causas por las que no se admite, para que subsanadas que sean se presente de nueva cuenta dicho aviso.

La admisión del aviso y el sellado de la copia del interesado por parte de la Dirección General de Inspección y Vigilancia, de la Delegación Coordinadora Regional o Federal correspondiente o de las autoridades encargadas de las "Ventanillas Únicas de Gestión" que se instalen en el Distrito Federal, y en las capitales de los Estados y otros Municipios que así lo convengan para atender los trámites de las empresas microindustriales a que se refiere el artículo 2o. de este Acuerdo, implicará la aprobación de la instalación correspondiente para los efectos de lo previsto en el Artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sin perjuicio de que la Secretaría al ejercer sus atribuciones en materia de inspección y vigilancia, ordene en cualquier momento las modificaciones que procedan a las instalaciones, por no haberse realizado éstas conforme al proyecto y a las normas técnicas contenidas en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas.

ARTICULO 16.—En los casos en que conforme a este Acuerdo las instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica no requieran la aprobación previa de esta Secretaría, la suministradora deberá proporcionar el servicio sin exigir la presentación de algún tipo de constancia en este sentido. Tratándose de las empresas microindustriales cuyas instalaciones se encuentren en este supuesto, bastará que éstas presenten la Cédula Microindustrial que se les haya expedido en los términos de la Ley de la Materia, que las acreditará como tales.

Cuando se trate de instalaciones que sí requieran dicha aprobación previa, para obtener el suministro de energía eléctrica bastará que el solicitante del servicio presente a la suministradora el aviso debidamente sellado por cualquiera de las autoridades a que se refiere el artículo 15, sin el cual no podrá contratarse el servicio.

ARTICULO 17.—En lo no previsto en los artículos anteriores serán aplicables las demás disposiciones legales en materia de energía eléctrica.

ARTICULO 18.—La Dirección General de Normas y la de Inspección y Vigilancia de esta Secretaría, llevarán un control de las actividades que realicen las personas autorizadas para la proyección y ejecución de obras e instalaciones eléctricas destinadas al uso de energía eléctrica, el que se tendrá en cuenta para el refrendo del registro correspondiente y demás efectos a que haya lugar.

## TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el *Diario Oficial de la Federación*.

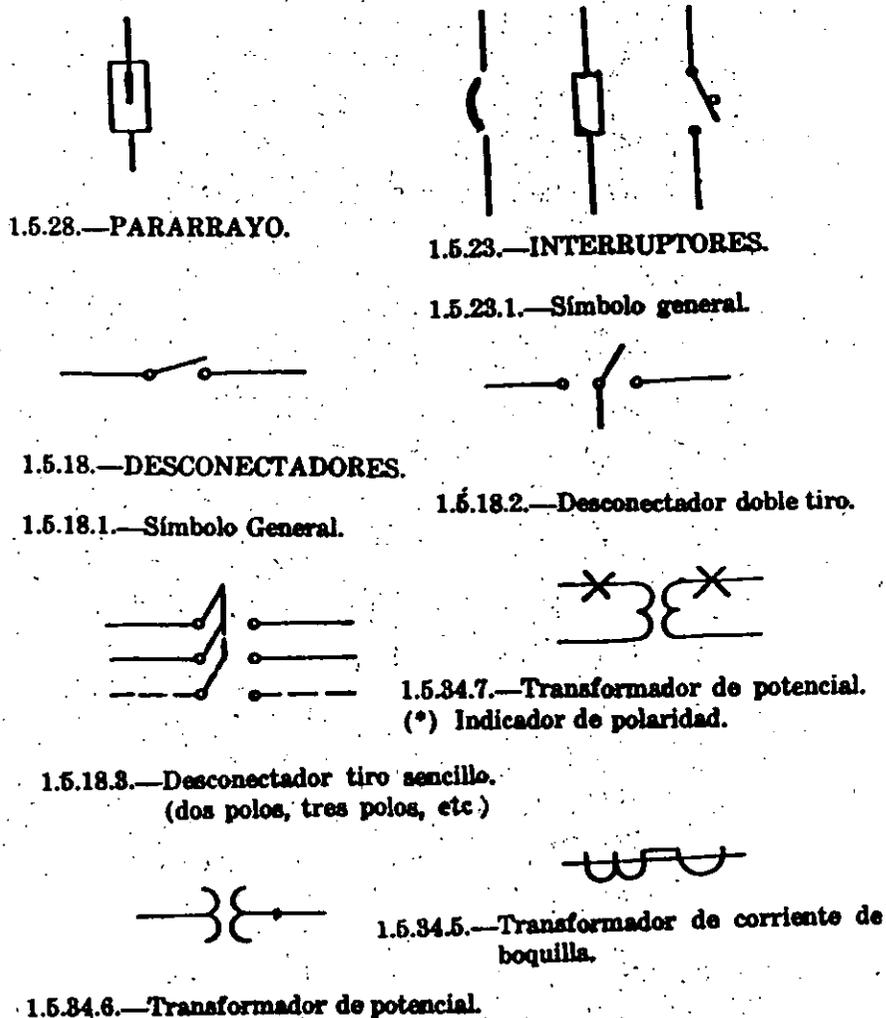
SEGUNDO.—Se abroga el Acuerdo que establece los requisitos para la aprobación de los proyectos e instalaciones para el uso de energía eléctrica y el diverso que lo modifica, publicados en el *Diario Oficial de la Federación* de 18 de junio de 1984 y 30 de junio de 1986, respectivamente.

México, Distrito Federal, a tres de mayo de mil novecientos ochenta y ocho.—El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, *Héctor Hernández Cervantes*.—Rúbrica.

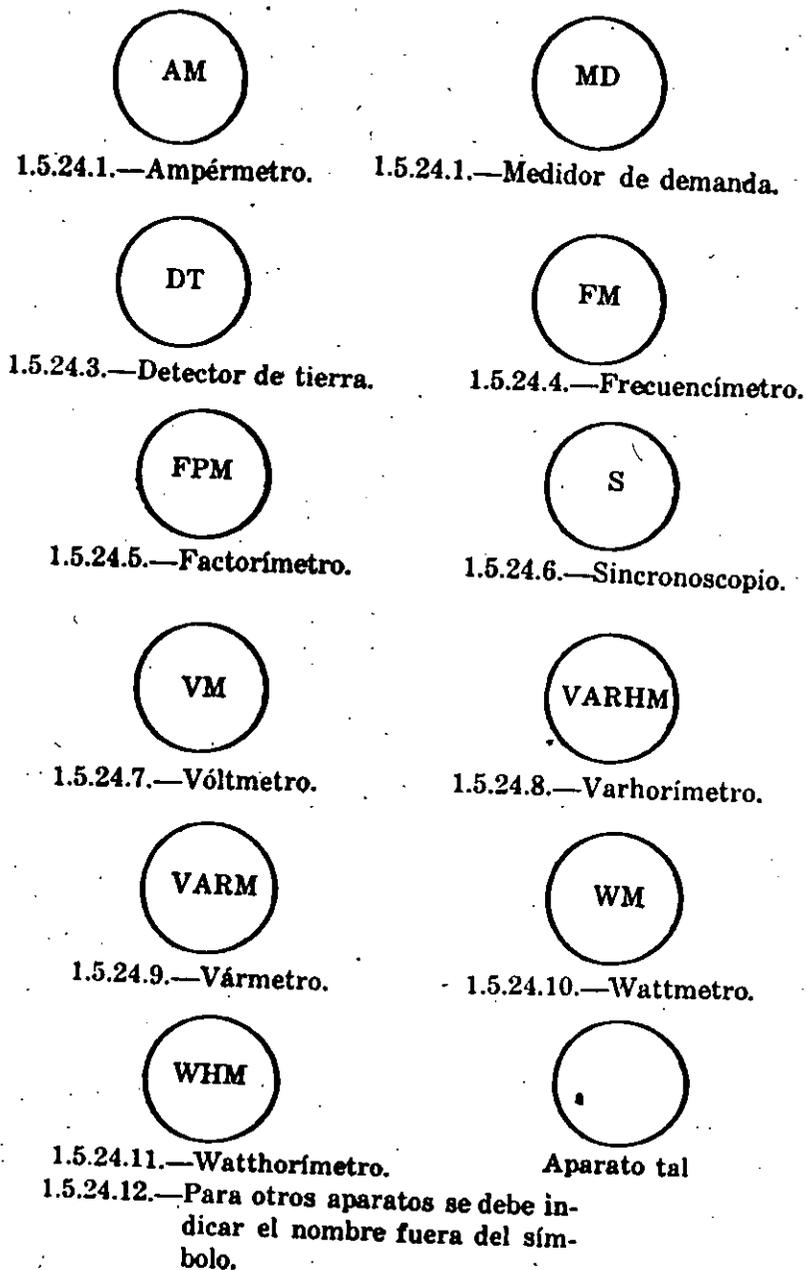
**SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES**

**TABLA 1**

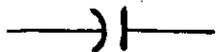
DIARIO OFICIAL, 9 de mayo de 1988



**1.5.24.—INSTRUMENTOS DE MEDICION.**

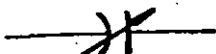


1.5.3.—CONDENSADOR O CAPACITOR.



1.5.26.—MAQUINAS ROTATIVAS.

1.5.3.1.—Condensador o Capacitor Fijo.



1.5.3.2.—Condensador o Capacitor Variable.



1.5.26.1.—Generador.

→ ACOMETIDA

⊙ GRUPO GENERADOR

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS



SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE



SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE



ARBORITANTE



PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON



SALIDA DE PISO



SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio)



SALIDA PARA TELEVISOR



SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos)



SALIDA TRIFASICA



CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE

CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra)



CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL



CONTACTO PARA INTEMPERIE



CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos)



APAGADOR DE ESCALERA



APAGADOR DE 4 VIAS



APAGADOR DE PUERTA

APAGADOR SENCILLO

17

APAGADOR CON LUZ PILOTO

CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO

CAJA DE CONEXION

ESTACION DE BOTONES

1.5.32.1.—Campana.

TIMBRE



1.5.12.—CONEXION A TIERRA.

1.5.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS ELECTRICOS.

1.5.1.—BATERIAS.

1.5.1.1.—Batería de Una Celda.

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

1.5.26.2.—Motor.

CAPACITOR

RECTIFICADOR

APAGADOR DE INTEMPERIE

CABLE O CONDUCTO POR PISO

ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA

1.5.32.2.—Zumbador.

INTERFONO

TELEFONO INTERCOMUNICACION

TELEFONO AL EXTERIOR

RELOJ

TABLERO DE ALUMBRADO

TABLERO DE FUERZA

TABLERO GENERAL

1.5.1.2.—Batería Multi-Celda.

MEDIO DE DESCONEXION

ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga)

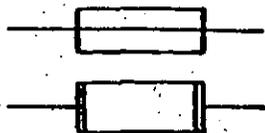
RESISTENCIA

SOLDADORA

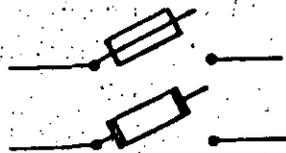
18

D = Diámetro de la canalización N = Número de conductores  
 C = Calibre de los conductores

1.5.21.—FUSIBLES.



1.5.21.1.—Símbolo general.



1.5.21.2.—Fusible desconector.



1.5.2.—BOBINA DE OPERACION.

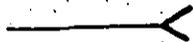
1.5.2.1.—Símbolo General.

\* Lugar donde se indica la función.



1.5.4.—CONTACTO ENCHUFABLE.

1.5.4.1.—Símbolo General.



1.5.4.3.—Contacto o Enchufe Hembra.

1.5.4.4.—Ejemplo:

Clavija (c) enchufable de 3 polos, con dos contactos o enchufes macho y uno hembra.



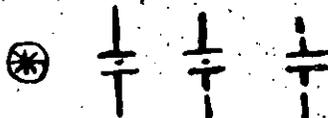
1.5.5.—CONTACTORES.

Los símbolos de los contactores se forman con los símbolos básicos: Contactos, Bobinas, Uniones Mecánicas, etc.

1 Polo 2 Polos

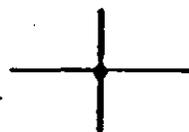


1.5.5.1.—Contactor de Operación Manual.



1.5.5.2.—Contactor de Operación Eléctrica. \* Indica función.

1.5.6.—CONEXIONES.



1.5.6.1.—Cruce con conexión.



1.5.6.2.—Cruce sin conexión.

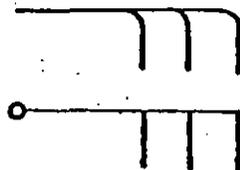
1.5.7.—CONDUCTORES.

1.5.7.1.—Símbolo general.



1.5.7.2.—Cable de "n" conductores.

(x) Indica número de conductores y calibre.



1.5.7.3.—Grupo de puntas de conductores.

1.5.7.4.—Final de cable.



1.5.8.—CONTACTOS.

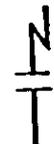
1.5.8.1.—Contacto normalmente abierto.



1.5.8.2.—Contacto normalmente cerrado.



1.5.8.3.—Contacto con bobina de sopló.



1.5.9.—CONTACTO DE ACCION RETARDADA.

1.5.9.1.—Normalmente abierto cuando la bobina está energizada.

1.5.9.2.—Normalmente cerrado cuando la bobina está energizada.

1.5.9.3.—Normalmente abierto cuando la bobina está desenergizada.

1.5.9.4.—Normalmente cerrado cuando la bobina está desenergizada.



26

10	02
30	04
50	06
70	08

### 1.5.10.—CONMUTADOR.

Debe montarse un cuadro de operación en algún lugar del dibujo.

Cuadro de Operación Conmutador

Contacto	Posición		
	A	B	C
1 - 2			X
3 - 4	X		
5 - 6			X
7 - 8	X		

(X) Significa contacto cerrado en la posición indicada.

### 1.5.11.—CONTACTOS AUXILIARES:

La operación de los contactos auxiliares para Contactores, Interruptores, Desconectores y equipo con interruptores removibles, será designada como sigue:

Contacto "a".—Abierto cuando el aparato está en la posición de abierto.

Contacto "b".—Cerrado cuando el aparato está en la posición de abierto.

Contacto "aa".—Abierto cuando el mecanismo de operación del aparato principal está desenergizado o en posición de no

operado.

Contacto "bb".—Cerrado cuando el mecanismo de operación del aparato principal está desenergizado o en posición de no operado.

La designación para contactos auxiliares diferentes de los "a", "b", "aa" y "bb", será e, f, h, y k.

Si varios contactos o interruptores auxiliares del mismo tipo están presentes en un mismo aparato se numerarán:

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..... b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, ..... , etc.

En todos los diagramas los contactos auxiliares deben mostrarse en la posición en que se encuentran cuando el aparato principal está desenergizado o en posición de no operado.



CONEXION A TIERRA

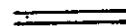
1.5.13.—CONEXION A MASA (Estructura).



1.5.14.—CUADRO INDICADOR.



1.5.15.—CORRIENTE ALTERNA.



1.5.16.—CORRIENTE DIRECTA.

1.5.17.—DEVANADOS.



1.5.17.1.—Símbolo general.



1.5.17.2.—Devanados con derivaciones.

1.5.19.—ELEMENTOS DE OPERACION.

1.5.19.1.—Elemento térmico



1.5.19.2.—Elemento magnético.

1.5.20.—ESTACION DE BOTONES.

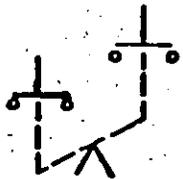
1.5.20.1.—De contacto momentáneo normalmente abierto.



1.5.20.2.—De contacto momentáneo normalmente cerrado.



1.5.20.3.—De doble circuito, con un contacto momentáneo normalmente abierto y un contacto momentáneo normalmente cerrado.



1.5.20.4.—De contacto sostenido.

1.5.22.—INDUCTANCIAS.



1.5.22.1.—Inductancia fija.

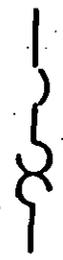


1.5.22.2.—Inductancia variable.



1.5.23.2.—Interruptor enchufable.

1.5.23.3.—Interruptor con elemento térmico de sobrecarga.



1.5.23.4.—Interruptor con elemento magnético de sobrecarga.



1.5.23.5.—Interruptor con elemento magnético y término de sobrecarga.



1.5.23.6.—Interruptor de límite normalmente abierto.



1.5.23.7.—Interruptor de límite normalmente cerrado.



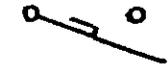
1.5.23.8.—Interruptor de límite de contacto cerrado sostenido.



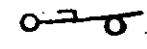
1.5.23.9.—Interruptor de límite de contacto abierto sostenido.



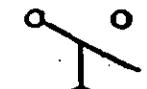
1.5.23.10.—Interruptor de pie normalmente abierto.



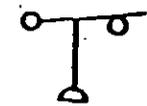
1.5.23.11.—Interruptor de pie normalmente cerrado.



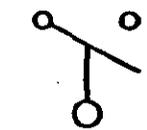
1.5.23.12.—Interruptor de presión y vacío normalmente abierto.



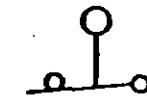
1.5.23.13.—Interruptor de presión y vacío normalmente cerrado.



1.5.23.14.—Interruptor de flotador normalmente abierto.



1.5.23.15.—Interruptor de flotador normalmente cerrado.



1.5.23.16.—Interruptor termostático normalmente abierto.

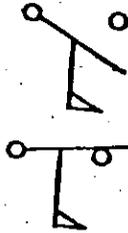


1.5.23.17.—Interruptor termostático normalmente cerrado.



28

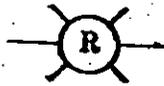
1.5.23.18.—Interruptor de flujo normalmente abierto.



1.5.23.19.—Interruptor de flujo normalmente cerrado.



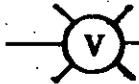
1.5.25.—LAMPARAS PILOTO O INDICADORA.



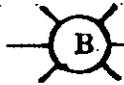
1.5.25.1.—Color rojo.



1.5.25.2.—Color ámbar.



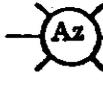
1.5.25.3.—Color verde.



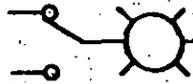
1.5.25.4.—Color blanco.



1.5.25.5.—Color Amarillo.



1.5.25.6.—Color azul.



1.5.25.7.—Con contacto de prueba.

1.5.26.3.—Máquinas rotativas de una fase.



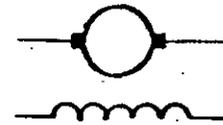
1.5.26.4.—Máquinas rotativas de dos fases.

1.5.26.5.—Máquinas rotativas de tres fases. (Conexión Estrella).

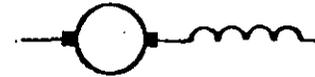


1.5.26.6.—Máquinas rotativas de tres fases. (Conexión Delta).

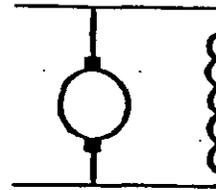
1.5.26.7.—Máquinas rotativas de escobillas.



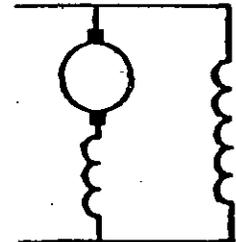
1.5.26.8.—Máquinas rotativas de corriente directa con excitación independiente.



1.5.26.9.—Máquinas rotativas de corriente directa con excitación en serie.



1.5.26.10.—Máquinas rotativas de corriente directa con excitación en derivación.



1.5.26.11.—Máquinas rotativas de corriente directa con excitación compuesta.



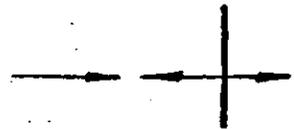
1.5.26.12.—Motores de inducción tipo jaula de ardilla.

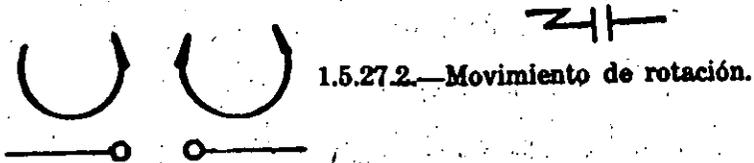
1.5.25.13.—Motor de inducción tipo rotor devanado.



1.5.27.—REPRESENTACION DE MOVIMIENTO.

1.5.27.1.—Movimiento de translación.





1.5.27.2.—Movimiento de rotación.

1.5.29.—ELEMENTOS RECTIFICADORES.

1.5.29.1.—Rectificador de tubo con gas.



1.5.29.2.—Rectificador de tubo de vacío.

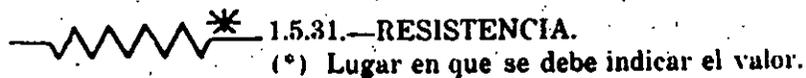
1.5.29.3.—Rectificador metálico.



1.5.30.—RELEVADORES.

1.5.30.1.—Símbolo general básico.

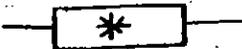
(\*) En este lugar debe aparecer el número de designación correspondiente al tipo de relevador, de acuerdo con la lista de números de identificación que se da en el inciso 1.3. de esta norma.



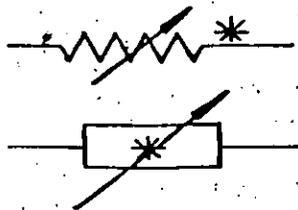
1.5.31.—RESISTENCIA.

(\*) Lugar en que se debe indicar el valor.

1.5.31.1.—Resistencias de valor fijo.



1.5.31.2.—Resistencias de Valor Variable.—



1.5.32.3.—Bocina.

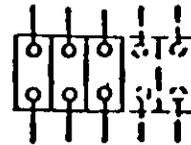


1.5.33.—TERMINALES.

1.5.33.1.—Símbolo general.



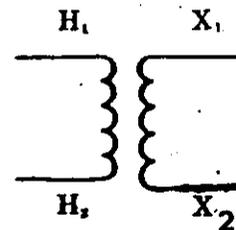
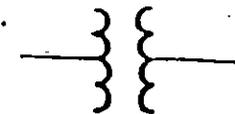
1.5.33.2.—Tablilla de terminales.



1.5.33.3.—Tablilla de "n" terminales.

1.5.34.—TRANSFORMADOR.

1.5.34.1.—Símbolo general.



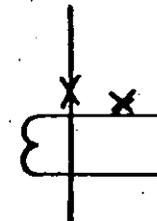
Las letras indican la polaridad en alta y baja tensión.  
H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>,..... etc. X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>,..... etc.

1.5.34.2.—Autotransformador



1.5.34.3.—Autotransformador variable.

1.5.34.4.—Transformador de corriente.  
(\*) Indicador de polaridad.



1.5.34.8.1.—CONEXION DE TRANSFORMADORES.

Símbolo que se debe colocar al lado del símbolo del transformador.

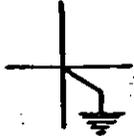
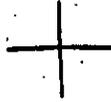
1.5.34.8.1.—2 fases, 3 hilos.





1.5.34.8.2.—2 fases, 3 hilos y tierra.

1.5.34.8.3.—2 fases, 4 hilos.



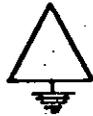
1.5.34.8.4.—2 fases, 5 hilos y tierra.

1.5.34.8.5.—3 fases, 3 hilos (Conexión Delta).



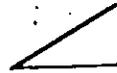
1.5.34.8.6.—3 fases, 3 hilos (Conexión Delta con tierra).

1.5.34.8.7.—3 fases, 4 hilos (Conexión Delta sin tierra).



1.5.34.8.8.—3 fases, 4 hilos (Conexión Delta con tierra).

1.5.34.8.9.—3 fases (Delta abierta).



1.5.34.8.10.—3 fases (Delta abierta con tierra).

1.5.34.8.11.—3 fases, 3 hilos (Estrella sin tierra).



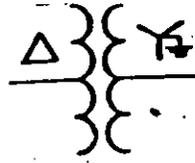
1.5.34.8.12.—3 fases, 4 hilos (Estrella con tierra).

1.5.34.8.13.—3 fases (Conexión Zig-Zag).



1.5.34.8.14.—3 fases (Conexión Scott o T).

1.5.34.8.15.—6 fases (Conexión Estrella).



1.5.34.8.16.—Ejemplo: Transformador conectado en:

ADICIONES, MODIFICACIONES Y ACLARACIONES A LAS  
NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES  
ELECTRICAS EDICION 1981

**Introducción**

El presente documento contiene adiciones, modificaciones y aclaraciones a las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas Edición 1981, vigentes a partir del 23 de abril de 1985 mediante el Aviso al Público que apareció en el Diario Oficial de la Federación del día anterior.

En términos de lo dispuesto por el artículo tercero transitorio del Reglamento de Instalaciones Eléctricas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1981, los requisitos de este documento se aplicarán a las instalaciones nuevas, a la ampliación o modificación de las existentes y a aquellas instalaciones existentes que, por su estado o características, impliquen algún riesgo para las personas o sus bienes, lo cual estará a juicio de la Dirección de Electricidad y Gas de la propia Secretaría.

Tal como lo señala el Aviso al Público antes mencionado, la elaboración de este documento se hizo a través del Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, órgano asesor de la Dirección General de Normas, que contó con la participación de diversas instituciones públicas y privadas relacionadas con el campo de las instalaciones eléctricas.

Se adicionan, modifican y aclaran requisitos comprendidos en las Secciones 102, 201, 202, 203, 204, 301, 302, 304, 306, 307, 308, 310, 313, 505, 506, 514, 601 y 605 de las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas. Parte 1: Instalaciones para el Uso de Energía Eléctrica, Edición 1981, cuyo Aviso de Expedición fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio de 1981; en los artículos que a continuación se especifican:

**Sección 102 — Requisitos Técnicos de Carácter General**

**Artículo 102.13 Diseño de instalaciones.**

Se modifica el inciso c) para quedar como sigue:

- c) Limitación de daño por fallas. Se recomienda limitar el número de conductores y circuitos alojados en una canalización o cubierta, a fin de minimizar el daño que pueda ocasionar un corto circuito o falla a tierra producido en alguno de ellos. En el Capítulo 3 de estas Normas Técnicas se especifica el número máximo de conductores que se permite alojar en determinados tipos de canalizaciones.

**Sección 201 — Acometidas y Equipo de Conexión del Servicio**

**Subsección B. Medios principales de desconexión y de protección en la instalación del usuario**

Se hace la aclaración de que los requisitos de esta Subsección son aplicables únicamente a los servicios en baja tensión, quedando eliminado el artículo 201.11. Los requisitos para los medios de desconexión y protección en subestaciones de usuarios, quedarán establecidos en la Sección 601.

**Sección 202 — Circuitos Derivados**

**Artículo 202.6 Caída de tensión.**

Se modifica este artículo para quedar como sigue:

La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación (sea de alumbrado, fuerza, calefacción, etc.) no debe exceder del 5 por ciento. Se recomienda que dicha caída de tensión se distribuya razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, de tal manera que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor de 3 por ciento.

### Artículo 202.7 Conductores de circuitos derivados.

Se establece una excepción en el inciso a) y se añade el inciso c), quedando éstos en la siguiente forma:

- a) Capacidad de corriente. Los conductores de un circuito derivado deben tener una capacidad de corriente no menor que la capacidad nominal del circuito, de acuerdo con su clasificación según el artículo 202.3 y no menor que la carga máxima por servir.

Excepción. En circuitos derivados de 15 y 20 amperes se permite usar conductor de calibre No. 14 AWG (2.08 mm<sup>2</sup>) en las derivaciones que parten desde los conductores principales del circuito hasta luminarios o portalámparas controlados por apagadores.

- c) Conductor neutro. Cada circuito derivado debe tener un conductor neutro individual.

Este requisito no prohíbe el uso de circuitos derivados multifilares para alimentar cargas monofásicas conectadas entre cada conductor activo y el neutro, en los cuales el dispositivo de desconexión debe abrir simultáneamente los conductores activos. (Ver la definición de circuito derivado multifilar en la Sección 101).

### Sección 203 — Circuitos Alimentadores

#### Artículo 203.3 Caída de tensión.

Se modifica este artículo para quedar como sigue:

La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación (sea de alumbrado, fuerza, calefacción, etc.) no debe exceder del 5 por ciento.

Se recomienda que dicha caída de tensión se distribuya razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, de tal manera que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor del 3 por ciento.

### Sección 204 — Cálculo de la carga de los circuitos

#### Artículo 204.1 Aplicación.

Se añade al final de este artículo el siguiente párrafo:

Las cargas indicadas en esta sección están basadas en la tensión nominal del sistema utilizado, tal como 220/127 volts para un sistema trifásico de 4 hilos y 240/120 volts para un sistema monofásico de 3 hilos.

#### Artículo 204.2 Cálculo de la carga en los circuitos derivados.

La carga de 180 watts asignada a los contactos de uso general en los subincisos a.1 y b.2), se cambia a 180 VA.

Nota. Se recomienda no conectar más de 12 salidas en un circuito derivado para contactos de uso general.

#### Tabla 204.8a) Factores de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores.

Se hace la aclaración de que los factores de esta tabla están dados como lineamiento general y no tienen carácter obligatorio.

### Sección 301 — Métodos de Instalación. Requisitos Generales

#### Artículo 301.9 Conductores de diferentes sistemas.

Se añade un nuevo párrafo al inciso e), quedando éste como sigue:

- e) Los conductores de sistemas de comunicación, tales como los de teléfonos, radiocomunicación, etc., no deben ocupar la misma canalización que los conductores de fuerza y alumbrado.

Este requisito no prohíbe que en un sistema de ductos para piso (ver la Sección 310) haya circuitos eléctricos y de comunicación en las cajas de registro donde confluyen varios ductos, siempre que existan separadores que independicen totalmente los dos tipos de circuitos. No obstante, cuando se trate de instalaciones de teléfonos es conveniente consultar a la empresa que presta este servicio.

**Artículo 301.10 Número de conductores permitidos en una canalización.**

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

En general, el número y el calibre de los conductores alojados en una canalización deben ser tales que permitan la disipación del calor generado y una fácil instalación y remoción de los mismos conductores. Véanse los artículos 304.4, 305.3, 306.7, 308.5, 310.7 y 311.9, que indican factores de relleno y número máximo de conductores para diferentes tipos de canalizaciones.

**Artículo 301.11 Colocación de los conductores en las canalizaciones.**

El primer párrafo de este artículo se substituye por lo siguiente:

Los conductores no deben introducirse en las canalizaciones sino hasta que éstas hayan sido instaladas y formen un sistema completo de canalización con todos sus accesorios, excepto en los casos siguientes:

Excepción 1. Canalizaciones visibles con tapa removible.

Excepción 2. Canalizaciones prealambradas en casas habitación hechas en serie o edificios multifamiliares hasta de 3 pisos, siempre que se garantice que no habrá obturación de la canalización en ningún punto de su trayectoria y que podrá ser realambrada posteriormente en caso necesario.

**Artículo 301.15 Prevención contra la propagación de incendios.**

Se amplía el primer párrafo, quedando como sigue:

Las instalaciones eléctricas deben hacerse en tal forma que se reduzca al mínimo la posibilidad de propagación de incendios a través de cubos verticales de edificios, ductos de extracción y ductos de ventilación y aire acondicionado. Los claros alrededor de cables o canalizaciones que atraviesen paredes, pisos o techos resistentes al fuego, deben tener barreras adecuadas que eviten la propagación de incendios.

**Artículo 301.17 Canalización para alimentadores que abastezcan a usuarios de un mismo edificio.**

Se elimina la excepción que aparece en este artículo, con lo cual no es necesario que en edificios en condominio se instalen canalizaciones separadas para cada uno de los usuarios.

### Sección 302 — Conductores de Uso General

**Tabla 302.4 Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes).**

Se agrega la siguiente nota a esta tabla:

El conductor tipo THW debe considerarse para una temperatura de operación de 75°C en cualquier aplicación dentro de canalización o en línea abierta. Este conductor puede trabajar a una temperatura de 90°C en aplicaciones especiales tal como en alambrados interiores de luminarios con lámparas de descarga eléctrica.

### Sección 304 — Tubo Metálico Rígido

**Artículo 304.4 Número de conductores (factores de relleno).**

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

a) Todos los conductores que se alojen en un tubo, sean portadores de corriente o no, incluyendo su aislamiento y otros forros, no deben ocupar más del 40 por ciento de la sección transversal del tubo en el caso de 3 conductores o más; no más del 30 por ciento cuando sean 2 conductores y no más del 55 por ciento cuando se trate de un solo conductor. (Véanse las tablas del Apéndice 1).

En niples hasta de 60 cm. de longitud instalados entre cajas, gabinetes y cubiertas similares, se permite ocupar hasta el 60 por ciento de la sección transversal del niple, y no es necesario en este caso aplicar los factores de corrección por agrupamiento de la Tabla 302.4a).

Un cable multiconductor de 2 ó más conductores debe ser tratado como un solo conductor para efectos de aplicación de los factores de relleno antes mencionados.

- b) El número máximo de conductores portadores de corriente que se alojen en un tubo debe ser de 30. En este caso, los conductores de circuitos de control y señalización, tales como los de estaciones de botones, lámparas piloto, etc. y los conductores de puesta a tierra, no se consideran como portadores de corriente. (Véase la Tabla 302.4a para los factores de corrección por agrupamiento que afectan a la corriente permisible en los conductores).

**Sección 306 — Tubo no Metálico**

**Artículo 306.7 Número de conductores (factores de relleno).**

Se modifica este artículo, quedando igual que el 304.4 anterior.

**Sección 307 — Cajas y Accesorios para Canalización con Tubo**

**Artículo 307.9 Espacio ocupado por los conductores en una caja.**

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

Las cajas de conexión deben tener dimensiones tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores contenidos en ellas. Para este propósito se recomienda seguir los lineamientos indicados en los incisos a), b) y c) de este artículo.

Dichos lineamientos no son aplicables a las cajas de conexión integradas en los motores. Las cajas de conexión que contengan conductores calibre No. 4 AWG (21.15 mm<sup>2</sup>) o mayor, también deben cumplir con lo establecido en el artículo 307.18.

- a) Cajas normales. Serán de dimensiones tales que permitan disponer de un volumen mínimo, para cada conductor, según la tabla siguiente:

Tabla 307.9a)

Calibre del conductor AWG	Volumen mínimo cm <sup>3</sup>
14	33
12	37
10	41
8	49
6	82

Para la aplicación de esta tabla, un conductor que pase sin derivación a través de la caja, se tomará como un conductor y cada derivación que salga de la caja, se tomará como un conductor más. Aquellos conductores que se originen dentro de la caja para la conexión de dispositivos montados en la misma, no se tomarán en cuenta. Uno o varios conductores de puesta a tierra se considerarán como un solo conductor de calibre igual al mayor de ellos.

Cuando las cajas contengan uno o más contactos o apagadores, el volumen ocupado por éstos será el equivalente al requerido para el conductor más grueso de los alojados en la caja. Otros accesorios tales como soportes para luminarios y abrazaderas para cables, también se considerará que ocupan, en conjunto, el volumen que requiere el conductor más grueso de los alojados en la caja.

La siguiente tabla muestra el número máximo de conductores del mismo calibre que pueden alojarse en las cajas metálicas normales:

35

Tabla 307.9b)

Designación comercial	Dimensiones nominales mm	Volumen interior aproximado cm <sup>3</sup>	Número máximo de conductores					
			Calibre					
			14	12	10	8	6	
13 mm Redonda u octogonal	75x38	170	5	4	4	3	2	
19 mm Redonda u octogonal	100x38	280	8	7	6	5	3	
13 mm Cuadrada	75x75x38	210	6	5	5	4	2	
19 mm Cuadrada	100x100x38	370	11	10	9	7	4	
25 mm Cuadrada	120x120x57	800	24	21	19	16	9	
Chalupa	97x57x 38	200	6	5	4	4	2	

Nota. En caso de que una caja contenga dispositivos o accesorios tales como contactos, apagadores, soportes para luminarios o abrazaderas para cables, el número de conductores indicado en esta tabla será reducido de conformidad con lo señalado en el párrafo tercero de este mismo inciso.

b) Otras cajas. El número máximo de conductores permitida en otras cajas metálicas o no metálicas de 1700 cm<sup>3</sup> o menos, de dimensiones diferentes a las consideradas en la Tabla 307.9b), así como en las cajas fundidas que tengan más de dos entradas para tubo, será también computado usando el volumen por conductor indicado en la Tabla 307.9a). Se recomienda que el volumen interior de estas cajas (en cm<sup>3</sup>) sea incluido en la información técnica que proporciona el fabricante.

Tabla 307.9c)  
Volumen interior aproximado de cajas  
metálicas fundidas.

Diámetro nominal del tubo mm	Serie ovalada cm.	Serie rectangular cm.	Serie redonda cm.
13	88	279	294
19	130	279	294
25	255	279	294
32	300		
38	400		
51	800		
63	1700		
76	2200		
102	4200		

- c) Cajas fundidas ovaladas. En su aplicación para alojar conductores de calibre No. 6 AWG (13.30 mm<sup>2</sup>) o menor, estas cajas se usarán solamente como de paso, es decir, el número máximo de conductores permitido será aquél que se permita para el tubo de mayor diámetro acoplado a las mismas. Las cajas con dos entradas para tubo no contendrán empalmes, derivaciones o dispositivos, a menos que se cumpla lo establecido en el inciso b) anterior.

Nota. Para designar a las cajas fundidas a que se refiere este artículo, ordinariamente se usa el término "condulet".

#### Artículo 307.18 Cajas de conexiones.

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

#### Artículo 307.18 Cajas de jalado y conexión para conductores calibre No. 4 AWG (21.15 mm<sup>2</sup>) o mayor.

Además de contar con el espacio suficiente para alojar a los conductores y conexiones, las cajas de jalado y conexión (excepto las cajas fundidas estándar) que contengan conductores de calibre No. 4 AWG (21.15 mm<sup>2</sup>) o mayor, instaladas en la confluencia de canalizaciones, deben tener espacio suficiente para permitir, sin dificultad, la introducción de los conductores en las canalizaciones.

- Para trayectorias rectas, se recomienda que la longitud de la caja sea por lo menos de ocho veces el diámetro nominal del tubo de mayor diámetro que llegue a la caja.
- Para trayectorias en ángulo, se recomienda que la distancia entre cada entrada de tubo dentro de la caja y la pared opuesta de la misma caja, sea por lo menos de seis veces el diámetro nominal del tubo de mayor diámetro; esta distancia será incrementada para entradas adicionales de tubo sobre la misma pared de la caja, con la suma de los diámetros de todas las entradas adicionales. En ningún caso la distancia entre dos entradas de tubo que encierren a un mismo conductor será menor de seis el diámetro nominal del tubo de mayor diámetro.

Las cajas de jalado y conexión deben estar provistas de tapas adecuadas, de acuerdo con la forma y material de las mismas cajas.

### Sección 308 — Ductos Metálicos con Tapa

#### Artículo 308.2 Uso permitido.

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

Los ductos metálicos con tapa pueden instalarse en locales secos, en forma de canalización visible o detrás de plafones o similares que permitan el acceso a la canalización. Cuando se instalen expuestos a la intemperie su construcción debe ser a prueba de lluvia.

### Sección 310 — Ductos para Piso.

#### Artículo 310.8 Empalmes y derivaciones de conductores.

Se añade una excepción a este artículo, quedando como sigue: Los empalmes y derivaciones deben hacerse únicamente en cajas de conexión.

Excepción. Se permite hacer una derivación dentro del ducto, en el punto donde se inserta una salida para contacto.

#### Artículo 310.14 Cajas de conexiones.

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

#### Artículo 310.14 Cajas de conexión.

Las cajas de conexión deben estar niveladas con el piso terminado y selladas para impedir la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de conexión que se usen con ductos metálicos deben ser también metálicas y proporcionar continuidad eléctrica entre los diferentes tramos del ducto.

#### Artículo 310.16 Cajas de salida.

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

Los accesorios de acoplamiento para contactos deben estar nivelados y sellados para impedir la entrada del concreto. Los accesorios usados con ductos metálicos deben ser también metálicos y estar eléctricamente unidos al ducto. La unión mecánica de los accesorios con el ducto debe ser rígida.

No se debe cortar la pared del ducto para colocar nuevos accesorios cuando el sistema de ductos ya ha sido instalado y el piso está terminado.

### Sección 313 — Extensiones Cortas Visibles

#### Artículo 313.6 Instalación.

Se modifica el inciso a), quedando como sigue:

- a) De una salida existente pueden sacarse hasta tres extensiones en cualquier dirección, siempre que no sea sobre el piso ni a menos de 5 centímetros de éste. Cada extensión debe tener un recorrido que no exceda de 15 metros y alimentar a un solo dispositivo de salida.

### Sección 505 — Gasolineras (Estaciones de Servicio)

#### Artículo 505.3 Instalaciones y equipos ubicados dentro de las áreas peligrosas.

Se agrega nota a este artículo, quedando como sigue:

Las instalaciones y equipos eléctricos ubicados dentro de las áreas peligrosas mencionadas en el artículo 505.2, deben cumplir con los requisitos que sean aplicables de las Secciones 501 y 502.

Nota. Se recomienda consultar la Norma PEMEX: "Especificaciones Generales para Proyecto y Construcción de Estaciones de Servicio", la cual contiene detalles sobre la instalación de equipo eléctrico en gasolineras.

## Sección 506 — Hangares

### Artículo 506.2 Areas peligrosas.

Se agrega nota en el inciso c), quedando éste como sigue:

- c) La zona comprendida dentro de una distancia horizontal de 1.50 metros, medida a partir de los motores o los tanques de combustible de aeronaves, debe considerarse como lugar Clase I, División 2. Esta zona debe extenderse desde el nivel del piso hasta una altura de 1.50 metros sobre la superficie superior de las alas y las cubiertas de motores de aeronaves.

Nota. Los límites de la zona peligrosa a que se refiere este inciso dependerán del tipo de aeronaves de que se trate, de la forma en que éstas son estacionadas y de las operaciones de mantenimiento a ser realizadas dentro del hangar.

## Sección 514 — Plantas Generadoras de Usuarios

### Artículo 514.3 Local.

Se modifica este artículo como sigue:

Las plantas generadoras de usuarios deben instalarse en un local especialmente destinado a ellas, o en un local que aloje a otro equipo electromecánico; siempre que se delimite el área de la planta con una cerca, con el fin de que tengan acceso sólo personas autorizadas. Dichos locales deben proveer espacio suficiente para la operación y mantenimiento de la planta y contar con ventilación adecuada.

## Sección 601 — Subestaciones. Requisitos Generales

### Artículo 601.5 Medio de desconexión general.

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

Toda subestación de usuario debe contar en el lado primario, después del equipo del servicio, con un medio de desconexión general que sea adecuado a la tensión y corriente nominales del servicio. Este medio de desconexión general debe ser de operación simultánea y capaz de abrir el circuito bajo condiciones de carga máxima.

Excepción 1. En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos, puede omitirse dicho medio de desconexión general, siempre que cada transformador o derivación tenga su propio medio de desconexión que cumpla con los requisitos arriba mencionados. Además, los medios de desconexión deben estar siempre adyacentes a la cuchilla seccionadora de paso y al equipo del servicio y unidos a éstos por medio de barras de longitud lo más corta posible, que no exceda de 10 m, a fin de minimizar la posibilidad de cortocircuito en ese tramo de la instalación.

Excepción 2. En el caso de subestaciones compactas de un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador por el lado contrario de la "sección del equipo del servicio", el cual cuenta con su propia cuchilla seccionadora de paso y su propio medio de desconexión.

Excepción 3. En subestaciones intemperie tipo abierto, con un solo transformador trifásico de 500 kVA o menos, o un banco de transformadores monofásicos equivalente, el medio de desconexión general en el primario puede no ser el tipo de operación simultánea con carga, pero debe instalarse en el lado secundario un interruptor automático general.

### Artículo 601.6 Dispositivo general de protección contra sobrecorriente.

Se modifica este artículo, quedando como sigue:

Además de lo que establece el artículo 601.5 anterior, toda subestación de usuario debe contar en el lado primario, después del equipo del servicio, con un dispositivo general de protección contra sobrecorriente que sea adecuado a la tensión y corriente del servicio y cumpla con lo establecido en los artículos 601.7 y 605.7, referentes a la capacidad interruptiva y a la capacidad nominal o ajuste de disparo, respectivamente.

En caso de que dicho dispositivo de protección sea un interruptor automático, éste constituya también el medio de desconexión general a que se refiere el artículo 601.5 anterior.

Excepción 1. Puede omitirse dicho dispositivo general de protección contra sobrecorriente en el caso señalado en el artículo 601.5, excepción 1, para subestaciones con dos o más transformadores o subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos, siempre que cada transformador o derivación tenga su propio dispositivo de protección contra sobrecorriente adyacente al medio de desconexión.

Excepción 2. El caso señalado en el artículo 601.5, excepción 2, en el que cada transformador debe contar con su propio dispositivo de protección contra sobrecorriente.

### Sección 605 — Instalación de Equipo Eléctrico Específico en Subestaciones

Se agrega un nuevo artículo a esta Sección:

#### Artículo 605.7 Ajuste de la protección contra sobrecorriente.

La protección contra sobrecorriente de transformadores (excepto los de medición y control) debe cumplir con lo establecido en los incisos a) y b) siguientes. Para fines de este artículo, la palabra transformador se aplica a un solo aparato o a un banco de dos o tres transformadores monofásicos operando como una unidad.

a) Transformadores de más de 600 volts. Cada transformador debe estar protegido en el lado primario con un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Cuando se empleen fusibles, su capacidad nominal no debe exceder del 250 por ciento de la corriente nominal primaria del transformador. En caso de emplear un interruptor automático, su ajuste de disparo no debe exceder del 300 por ciento de dicha corriente del transformador.

Excepción 1. Si el 250 por ciento de la corriente nominal primaria del transformador no corresponde a una capacidad normalizada de fusibles, puede usarse el fusible de capacidad nominal inmediata superior.

Excepción 2. Se pueden proteger dos transformadores con un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente, siempre que éste tenga una capacidad nominal o ajuste de disparo que no exceda de los límites arriba establecidos, considerando al transformador de menor capacidad.

b) Transformadores de 600 volts o menos.

b.1) Lado primario. Cada transformador de 600 volts o menos, debe estar protegido en el lado primario con un dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuya capacidad nominal o ajuste no exceda del 125 por ciento de la corriente nominal del mismo lado del transformador.

Excepción 1. Cuando la corriente nominal del lado primario del transformador sea de 9 amperes o más y el 125 por ciento de esta corriente no corresponda a una capacidad normalizada de fusible o interruptor automático de tipo no ajustable, puede usarse el dispositivo de capacidad nominal inmediata superior.

Excepción 2. Cuando la corriente nominal del lado primario del transformador sea menor de 9 amperes, puede usarse un dispositivo con capacidad nominal o ajuste hasta del 167 por ciento de dicha corriente. En caso de que la corriente nominal del lado primario del transformador sea menor de 2 amperes, puede usarse un dispositivo con capacidad nominal o ajuste hasta del 300 por ciento de la misma corriente del transformador.

Excepción 3. No es necesario usar un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente si el dispositivo del circuito que alimenta al transformador proporciona la protección especificada en este subinciso.

Excepción 4. La señalada en el subinciso b.2) siguiente.

b.2) Lados primario y secundario. Un transformador de 600 volts o menos que tenga en el lado secundario un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuya capacidad nominal o ajuste no exceda del 125 por

## SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

Acuerdo que establece los requisitos para la aprobación de los proyectos e instalaciones para el uso de energía eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

ACUERDO que establece los requisitos para la aprobación de los proyectos e instalaciones para el uso de energía eléctrica.

HECTOR HERNANDEZ CERVANTES, Secretario de Comercio y Fomento Industrial, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 34 fracción XXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 28, 44 y demás relativos de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y

### CONSIDERANDO

Que de acuerdo con el artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, requieren la previa aprobación de esta Secretaría las instalaciones eléctricas destinadas a industrias, servicios de alta tensión, lugares de concentración pública, edificios para varios usuarios y áreas consideradas peligrosas.

Que el mismo precepto de la Ley mencionada establece que la Comisión Federal de Electricidad sólo suministrará energía eléctrica, previa la comprobación de que las instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica hayan sido aprobadas por esta Secretaría en los casos que así se requiere.

Que con el objeto de precisar y facilitar los trámites a realizar para la aprobación de los proyectos e instalaciones eléctricas, es conveniente que se presenten a aprobación de esta Secretaría los planos y proyectos correspondientes, conforme a los cuales deberán ejecutarse las instalaciones, he tenido a bien expedir el siguiente

ciento de la corriente nominal de dicho lado, no requiere de un dispositivo individual de sobrecorriente en el lado primario, si el dispositivo de sobrecorriente del circuito que alimenta al transformador tiene una capacidad nominal o ajuste no mayor del 250 por ciento de la corriente nominal primaria del transformador.

Excepción 1. Cuando la corriente nominal del lado secundario del transformador sea de 9 amperes o más y el 125 por ciento de esta corriente no corresponda a una capacidad normalizada de fusible o interruptor automático de tipo no ajustable, puede usarse el dispositivo de capacidad nominal inmediata superior.

Excepción 2. Cuando la corriente nominal del lado secundario del transformador sea menor de 9 amperes, puede usarse un dispositivo con capacidad nominal o ajuste hasta del 167 por ciento de dicha corriente.

### Artículo 605.14. Uso de desconectadores.

Se modifican los incisos a) y b), quedando éstos en la siguiente forma:

a) Debe instalarse un desconectador, en adición a cualquier otro medio de interrupción, inmediatamente después del equipo del servicio de toda subestación de usuario. (Ver la definición de desconectador en la Sección 101).

Excepción 1. No se requiere desconectador antes de un interruptor que esté montado sobre una unidad compacta de tipo desenchufable, la cual no pueda ser abierta si el circuito está conectado y que, al ser removida de su posición normal de operación, desconecte automáticamente al interruptor de todas las partes energizadas.

Excepción 2. En subestaciones intemperie tipo abierto, con un transformador trifásico de 500 kVA o menos, o un banco de transformadores monofásicos equivalente.

b) Se recomienda instalar desconectadores en otros puntos donde se requiera abrir líneas o conexiones para maniobras de operación o mantenimiento.

México, D. F., a 22 de abril de 1985.

El Director General de Normas

LIC. HECTOR VICENTE BAYARDO MORENO

**ACUERDO QUE ESTABLECE LOS  
REQUISITOS PARA LA APROBACION DE LOS  
PROYECTOS E INSTALACIONES PARA EL  
USO DE ENERGIA ELECTRICA.**

**ARTICULO 1o.**—Requerirán la previa aprobación de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, los proyectos e instalaciones de energía eléctrica que se destinen a:

I.—Industrias con carga instalada mayor de 20 kw.

II.—Suministros en alta tensión, cualquiera que sea el fin al que se destine la energía eléctrica.

III.—Inmuebles de concentración pública.

IV.—Edificios ocupados por arrendatarios, copropietarios o condóminos.

V.—Áreas consideradas peligrosas.

**ARTICULO 2o.**—Para los efectos de este Acuerdo se considerarán:

I.—Industrias, las señaladas en el Catálogo Mexicano de Actividades Económicas.

II.—Inmuebles o lugares de concentración pública:

Arenas de box  
Auditorios  
Bancos  
Baños públicos  
Bares y cantinas (1)  
Bibliotecas públicas  
Cárceles y reclusorios  
Carpas y circos  
Centros de conferencias  
Centros nocturnos (cabarets)  
Cines  
Edificios para oficinas públicas (1)  
Edificios para oficinas privadas en donde se atiende al público (1)  
Escuelas y demás centros docentes  
Establecimientos comerciales con carga instalada mayor de 20 kw (1)  
Estadios  
Ferias y exposiciones  
Galerías o salas de exposición (1)  
Gimnasios y centros deportivos (1)  
Hospitales y clínicas  
Hoteles, moteles y albergues  
Iglesias y templos, capillas ardientes

Mercados

Museos

Plazas taurinas

Restaurantes cafés (1)

Salas para fiestas

Salones de baile

Teatros

Terminales para pasajeros (aéreas, terrestres, marítimas)

Los demás inmuebles destinados a fines de esparcimiento, recreativos, culturales, para recibir un servicio, concertar negocios o cualquier otro que sea motivo de reunión en forma habitual, cuando el suministro sea trifásico, requisito éste que será aplicable también respecto de los establecimientos distinguidos con el signo (1).

III.—Inmuebles y áreas peligrosas:

Bodegas y almacenes de materias líquidas, sólidas y gaseosas peligrosas.

Estaciones terminales de almacenamiento de hidrocarburos líquidos y gaseosos

Fábricas de pinturas a base de solventes

Fábricas de productos de hule y sus derivados

Fábricas donde haya áreas de niquelado, galvanoplastia y polvos metálicos

Fábricas textiles

Fábricas de muebles de madera

Gasolineras

Hangares y talleres de reparación aeronáutica Laboratorio (donde se manejen sustancias peligrosas).

Madererías

Minas y plantas de refinación en general

Plantas de bombeo y rebombeo de hidrocarburos líquidos y gaseosos

Plantas de almacenamiento y envasado de gas

Plantas de refinación de petróleo

Plantas de tratamiento de carbón

Plantas químicas y petroquímicas

En general, todos aquellos inmuebles o áreas en que se procesen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas fácilmente inflamables.

**ARTICULO 3o.**—Los proyectos y la construcción de las instalaciones para el uso de energía eléctrica, estarán a cargo de personas previamente autorizadas por la Secretaría de Co-

mercio y Fomento Industrial, a la que en lo sucesivo se le denominará la Secretaría.

**ARTICULO 40.**—Previamente a la elaboración del proyecto, el usuario deberá consultar al suministrador si puede proporcionar el servicio con oportunidad, en los siguientes casos:

- 1.—Si la carga instalada excede de 20 kw.
- 2.—Si el lugar en el que deberá proporcionarse el servicio se encuentra a más de 200 m. del registro o poste de la red de alta o baja tensión existente más próxima.

**ARTICULO 50.**—El proyecto que se presente a la Secretaría deberá estar integrado por planos y memoria técnica, esta última sólo en el caso de que las instalaciones sean para alta tensión o alta y baja tensión.

**ARTICULO 60.**—Los planos se elaborarán tomando en cuenta lo siguiente:

1.—El original se dibujará a tinta, en papel albanene o cualquier otro que permita obtener copias heliográficas con claridad.

2.—El tamaño de los planos se sujetará a las siguientes dimensiones en cm: 70x110, 55x70, 35x55, 28x40 y 21.5x28.

3.—La letra será de un alto mínimo de 2 mm., y puede ser escrita con plantilla o a mano usando el tipo de imprenta, en cuyo caso deberá ser lo suficientemente clara.

4.—Las escalas serán las adecuadas para que en los tamaños fijados, se tenga el espacio suficiente para lo que se desee presentar, anotándose en cada plano la escala utilizada. Es recomendable según el caso, usar las siguientes escalas: 1:100,000; 1:5,000; 1:2,000; 1:1,000; 1:500; 1:100 y 1:50.

5.—Se usará el Sistema General de Unidades de Medidas, de acuerdo con la Norma NOM-Z-1 vigente (Sistema Métrico Decimal).

6.—Contendrán exclusivamente los datos relativos a las instalaciones eléctricas, serán claros e incluirán la información suficiente para su correcta interpretación, de manera que permita construir la instalación. Se indicarán notas aclaratorias a los puntos que el proyectista considere necesarios.

7.—Se usarán los símbolos que se indican en la Tabla 1. En caso de tener que usar algún símbolo que no aparezca en dicha Tabla, se indicará su descripción en los planos.

8.—Se dejará en la esquina inferior derecha un cuadro en el que se anotará:

a).—Nombre o razón social del solicitante del servicio.

b).—Domicilio (calle y número, colonia, C. P., Delegación o población, municipio y entidad).

c).—Uso al que se vaya a destinar la instalación (giro o actividad).

d).—Nombre, número de registro en la Secretaría y firma del responsable del proyecto. En el caso de la elaboración de planos de instalaciones ya construidas, el que firma como responsable del proyecto también se hace responsable de ésta.

e).—Fecha de elaboración del proyecto.

f).—Espacio para los sellos y firmas de aprobación por parte de la Secretaría.

9.—En caso de que el proyecto esté integrado por varios planos, se anotará la continuidad de cada plano con respecto al general de conjunto en el que se indicará la acometida, la subestación, en su caso, los alimentadores principales hasta los centros de cargas, anotando los números de los planos correspondientes y acotándose la parte de la instalación comprendida en cada plano.

10.—El proyecto contendrá:

A).—Diagrama unifilar.

B).—Cuadro de distribución de cargas por circuito.

C).—Planos de planta y elevación, en su caso.

D).—Croquis de localización en relación a las calles más cercanas.

E).—Lista de materiales y equipo por utilizar.

F).—Memoria técnica a que se refiere el artículo 50. de este Acuerdo.

11.—El diagrama unifilar comprenderá:

A).—Acometida.

B).—Subestación, en su caso, mostrando las características principales de los equipos que la integran. Si la subestación es del tipo unitario se indicará el número de la autorización de la Dirección General de Normas de la Secretaría.

C).—Alimentadores hasta los centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc., indi-

cando su longitud en cada caso y caída de tensión representada en por ciento.

D).—Alimentadores y circuitos derivados, excepto los controlados desde los tableros de alumbrado.

E).—Tipo, capacidad interruptiva y rango de ajuste de cada una de las protecciones de los alimentadores principales y derivados.

F).—Calibre, tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de los alimentadores principales y derivados.

G).—Tipo y dimensiones de la canalización empleada en cada alimentador.

12.—El cuadro de distribución de cargas comprenderá:

A).—Alumbrado.

Número de circuito, número de lámparas, contactos o dispositivos eléctricos por cada circuito, fases a que va conectado el circuito, carga en watts y corriente en amperes de cada circuito, calibre de los conductores, diámetro de tubería y protección contra sobrecorriente por

cada circuito, desbalanceo entre fases expresado en por ciento.

B).—Fuerza

Número del circuito, fases del circuito, características de los motores o aparatos y sus dispositivos de protección y control así como indicar a qué circuito están conectados y el nombre de la máquina o máquinas que accionen, calibre de conductores, diámetro de tubería o ducto y el resumen de cargas indicando el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.

13.—Los planos de planta y elevación comprenderán:

A).—Localización del punto de la acometida, del interruptor general y del equipo principal incluyendo el tablero o tableros generales de distribución.

B).—Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y contactos y de concentraciones de interruptores.

C).—Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros) de alimentadores y circuitos derivados, tanto de fuerza como de alumbrado identificando cada circuito, e indicando su calibre y canalización, localización de motores y equipos alimentados por los circuitos

derivados, localización de los arrancadores y sus medios de desconexión, localización de contactos y unidades de alumbrado con sus controladores, identificando las cargas con su circuito y tablero correspondiente.

D).—Localización, en su caso, de áreas peligrosas indicando su clasificación de acuerdo a las normas técnicas de instalaciones eléctricas.

Si en el proyecto existen puntos que puedan dar lugar a diferentes interpretaciones, se detallará la información pertinente, como por ejemplo en los casos de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

14.—El croquis de localización comprenderá:

La manzana y las calles que circundan a ésta, la ubicación del predio dentro de la manzana, número de lote o número oficial, la orientación, colonia, población y otras referencias que faciliten su localización.

15.—La lista de materiales y equipo especificado comprenderá:

Cada uno de los principales materiales y equipos que se utilizarán especificando su marca y número de registro en esta Secretaría.

ARTICULO 7o.—La memoria técnica comprenderá:

1.—Los datos que sirvieron de base para establecer el criterio de diseño y que fijará la forma de operar la instalación, tales como factor de demanda de cada alimentador principal y derivado, régimen de trabajo y tipo de servicio de motores y soldadoras, etc.

2.—Los cálculos para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica y nominal de las protecciones principales de la instalación.

ARTICULO 8o.—En la elaboración de los planos de detalle de las instalaciones se tomará en cuenta:

1.—Para subestaciones:

a) Mostrar el arreglo del equipo eléctrico que integra la subestación, indicando las distancias entre partes energizadas entre sí y a tierra. Cuando se trate de subestaciones abiertas, marcar la altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc. La vista de planta, elevación y detalles de la subestación,

mostrarán con claridad la acometida del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamiento entre líneas, mufas, instalaciones de aisladores de suspensión, de alfiler, de tensores y retenidas, etc.

b) Indicar dónde se localiza: el drenaje, la ventilación, los extinguidores, los accesorios de seguridad, los accesos al local, cercas protectoras, sistema de tierra, anuncios de peligro, las tarimas aislantes y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que el proyecto incluya.

c) Mostrar la localización e instalación de cables en ductos, excepto lo referente a la acometida del servicio; los registros y las vueltas que los cables efectúen en su recorrido. Asimismo, anotar las características de estos conductores.

d) Indicar claramente la conexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador; incluyendo sus medios de soporte y terminales, en su caso.

e) Anotar el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación; el o los tipos de interruptores utilizados, su corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos; cuando se utilicen fusibles, de indicará si son de expulsión o no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

f) Anotar la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al suministrador.

g) Señalar la existencia de mecanismos que impidan operar con carga los desconectores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas en el caso de subestaciones compactas.

h) Anotar las características completas del o los transformadores tal y como aparecen en sus placas de datos.

i) Indicar tipo y mecanismos de operación de desconectores e interruptores, material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados; material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión, características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.

2.—Para protección contra sobrecorriente, indicar el tipo de la protección (si es fusible, anotar si es de doble elemento, limitador de corriente o del tipo convencional); tensión y corriente nominal (especificar el valor del elemento fusible o la calibración, en caso de termomagnéticos y electromagnéticos con disparo ajustable); marco y capacidad interruptiva en amperes simétricos y tipo de cubierta. En caso

de utilizarse relevadores se indicará su tipo y rango de ajuste.

3.—Para conductores.—Indicar calibre, tipo de material, clase de aislamiento y tensión en volts, mencionando si es cable o alambre, así como el tipo y material de sus cubiertas y si cuenta con pantallas semiconductoras.

4.—Para canalizaciones:

a) Tubos conduit.—Indicar tipo de material, espesor de la pared, recubrimiento, diámetro nominal y si es flexible o rígido.

b) Ducto metálico con tapa.—Indicar el área o sección transversal del ducto.

c) Charolas.—Anotar tipo de material y ancho de la charola y dibujar detalle del acomodo de los cables en cada tramo.

5.—Para motores:

a) Indicar para cada motor, los datos completos de sus respectivas placas.

b) Cuando se trate de soldadoras, indicar los datos completos de sus placas.

c) Indicar el tipo de controlador (clavija, desconectador, interruptor o contactor), si es automático o manual y si es a tensión reducida o completa, así como el tamaño y tipo de cubierta del mismo.

d) Anotar el valor en amperes de la protección contra sobrecorriente del motor.

e) Tipo, capacidad y tensión nominal del medio de desconexión, indicando las características de la cubierta.

f) Identificar todos los motores que aparecen en los diagramas unifilares, vistas físicas y cuadros de cargas.

6.—Para alumbrado y contactos:

a) Indicar el tipo de lámparas y portalámparas; tensión nominal; capacidad en watts; pérdidas en watts del balastro o reactor. mencio-

nanuo el número de lámparas que dependen de cada reactor y si éste es parte integrante del portalámpara o no, asimismo, especificar el tipo de cubierta del portalámpara.

b) Indicar la capacidad en watts de los contactos, número de fases especificando si está o no aterrizado, tensión nominal y tipo de cubierta.

7.—Para sistemas de tierras, la instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, pueden representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquier caso contendrá las características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterrada; especificará las características del puente de unión que conecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra, tanto del sistema como del equipo; indicar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierra, señalando las características de los conectores empleados, incluyendo si son del tipo soldable o atornillable; se anotarán los criterios y cálculos, en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierra.

ARTICULO 9o.—Para obtener la aprobación

del proyecto, se deberá presentar ante la Dirección General de Normas de esta Secretaría o en la Delegación Federal de la propia dependencia en cuya jurisdicción se encuentra el domicilio del solicitante, una solicitud por escrito, que contendrá la siguiente información:

1.—El nombre y número de registro del responsable del proyecto, el nombre de la persona física o moral propietaria de la instalación y la dirección en donde se localizará ésta (calle y número, colonia, código postal, delegación o población, municipio y entidad), uso al que se vaya a destinar y carga (kw).

2.—Una copia del proyecto de las instalaciones.

3.—Un tanto de la memoria técnica en los casos mencionados en el artículo 5o. de este Acuerdo.

ARTICULO 10.—En los casos a los que se refiere el artículo 1o. de este Acuerdo, la construc-

ción de una instalación o su ampliación deberá estar a cargo de persona previamente autorizada por la Secretaría, quien deberá efectuarla tomando en cuenta lo siguiente:

1.—Apegarse al proyecto previamente aprobado por la Secretaría.

2.—Utilizar los materiales, dispositivos, aparatos y equipos oficialmente aprobados, con especial cuidado en las áreas peligrosas.

3.—En caso de que el proyecto tenga alguna deficiencia, se corregirá ésta, informando al solicitante del servicio.

4.—Cuando durante la construcción surjan cambios importantes al proyecto, deberá actualizarse el mismo y ponerlo nuevamente a consideración de la Secretaría.

5.—Una vez terminada la instalación y antes de energizarla se harán como mínimo las pruebas indicadas en el artículo 11.

ARTICULO 11.—El número de pruebas que deben realizarse en las instalaciones eléctricas serán, como mínimo, las previstas en las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas cuyo número se indica entre paréntesis.

1.—Resistencia de aislamiento (102.5).

2.—Continuidad de conductores (301.6).

3.—Continuidad de canalizaciones (301.5).

4.—Resistencia de electrodos artificiales (206.49).

5.—Resistencia total del sistema de tierras en las subestaciones (603.2).

ARTICULO 12.—Para obtener la aprobación de la instalación eléctrica se deberá presentar lo siguiente:

1.—Aviso por escrito de terminación de la construcción, firmado por el responsable y el propietario o usuario comunicando el resultado de las pruebas mencionadas en el artículo 11 de este Acuerdo y declarando, bajo protesta de decir verdad, lo siguiente:

a) Nombre y número de registro del responsable del proyecto y fecha de elaboración del mismo.

b) Que la instalación eléctrica se hizo ajustándose al proyecto previamente aprobado.

c) Que se utilizaron los materiales y equipos aprobados por la Secretaría.

d) Que se cumplió con el Reglamento de Instalaciones Eléctricas y sus Normas Técnicas.

e) Que la carga en kw (kva para subestaciones) corresponde a lo que se proyectó anexando la relación de carga de la instalación.

f) Nombre del solicitante del servicio.

g) Dirección de la instalación y giro.

h) Nombre, número de registro en la Secretaría y firma del responsable de la construcción, de la instalación eléctrica.

La Secretaría podrá, de considerarlo necesario, practicar inspección ocular sobre las instalaciones. De satisfacerse todos los requisitos exigibles aprobará la instalación para que pueda contratarse el servicio, sin perjuicio de corroborarse el cumplimiento de los requisitos técnicos y de seguridad que fijen los reglamentos. De no corresponder la instalación al proyecto previamente aprobado, se concederá al interesado el plazo que se considere necesario para que realice los cambios que se requieran.

ARTICULO 13.—Para obtener el suministro de energía eléctrica respecto de los inmuebles o lugares comprendidos en los artículos 1o. y 2o. de este Acuerdo, el solicitante del servicio deberá exhibir al suministrador la aprobación de la instalación expedida por esta Secretaría, sin la cual no podrá contratar el servicio.

En los demás casos no se requerirá de autorización previa de la Secretaría y el suministrador

deberá proporcionarlo bajo la responsabilidad del solicitante, salvo de que acuerdo con la Ley u otra disposición vigente no sea procedente o se condicione a satisfacer algún requisito.

ARTICULO 14.—En lo no previsto en los artículos anteriores serán aplicables las demás disposiciones legales en materia de energía eléctrica.

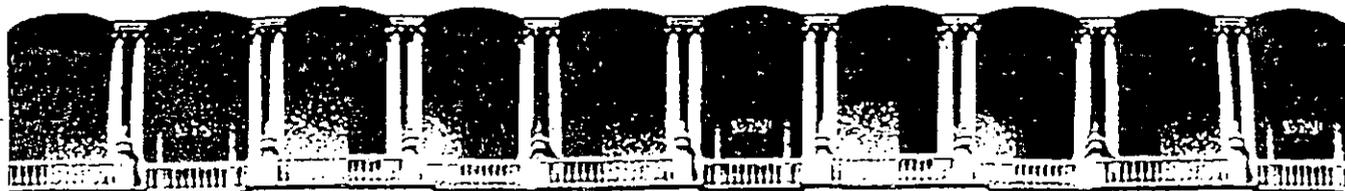
ARTICULO 15.—La Dirección General de Normas de esta Secretaría, llevará un control de las actividades que realicen las personas autorizadas para la proyección y ejecución de obras e instalaciones eléctricas destinadas al uso de la energía eléctrica, el que se tendrá en cuenta para el refrendo del registro correspondiente.

#### TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el 15 de julio de 1984.

SEGUNDO.—Se abroga el Acuerdo por el que se establecen los trámites relativos a la aprobación de los proyectos y construcción de instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica y los datos y condiciones que deben satisfacer los mismos proyectos y construcciones, publicado en el Diario Oficial de la Federación de 17 de marzo de 1982.

México, D. F., a 14 de junio de 1984.—El Secretario de Comercio y Fomento Industrial, Héctor Hernández Cervantes.—Rúbrica.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

MOD: II *INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS*

*LA AUTORIDAD SOBRE LA REGLAMENTACION EN MEXICO  
RESPONSABLE DE INSTALACIONES ELECTRICAS*

*ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS*

# PERITOS RESPONSABLES

1

## FUNCIONES:

- \_ VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- \_ VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS CUMPLAN CON LAS NDRMAS DE SEGURIDAD.
- \_ ASESORAR A LOS USUARIOS SOBRE EL USO ADECUADO, SEGURO Y ECONOMICO DE LA ENERGIA ELECTRICA.
- \_ AUXILIAR A LOS USUARIOS SOBRE EL MANTENIMIENTO ADECUADO Y LA OPERACION — — APROPIADA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.



RESPONSABLES DE OBRAS Y PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

010-074

No. DE OFICIO | EXPEDIENTE

2

REGIDOS POR: REGLAMENTO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA - CAPITULO XIX

CLASIFICACION

GRUPO I.- PROFESIONALES

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR CUALQUIER INSTALACION SIN LIMITACION DE CAPACIDAD O TENSIONES

FORMAN ESTE GRUPO LOS INGENIEROS TITULADOS DE:

IPN — Opcion POTENCIA O UTILIZACION.

UNAM — ESPECIALIZACION ELECTRICIDAD.

ADEMAS:

UAM.

ITESM.

AL CONTESTAR ESTE OFICIO, CITARSE LA FECHA Y LOS DATOS CONTENIDOS EN EL ANGULO SUPERIOR DERECHO.

FORMAN ESTE GRUPO EGRESADOS DE : 3

- CECYT
- CENETI
- INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES  
(A NIVEL TECNICO)
- OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES EDUCATIVAS  
PUBLICAS O PRIVADAS. (A NIVEL TECNICO)

ES NECESARIO QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA DE HABER CURSADO A NIVEL TECNICO LOS TEMAS DE :

- SUBESTACIONES
- SISTEMAS DE UTILIZACION  
(FUERZA Y ALUMBRADO)
- PLANTAS GENERADORAS
- SISTEMAS DE TIERRAS
- PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTE.
- CANALIZACIONES
- CONDUCTORES (SELECCION Y CALCULO).

LOS DOCUMENTOS EXPEDIDOS POR LOS CENTROS EDUCATIVOS DEBEN ESTAR REGISTRADOS POR LA S. E. P.

A FALTA DE DOCUMENTOS SE PUEDE SUSTENTAR UN EXAMEN DE COMPETENCIA ANTE LA SECRETARIA.

GRUPO III .- "OBREROS CALIFICADOS"

FACULTADES :

PROYECTOS .- UNICAMENTE EN BAJA TENSION Y CON CAPACIDAD NO MAYOR DE 100 KVA .

OBRAS ELECTRICAS .- IDEM. (CON EXCEPCION DE LAS INSTALACIONES QUE CONTENGAN GRUAS, MONTACARGAS Y ELEVADORES A CUALQUIER VALOR DE TENSION.

DOCUMENTOS : CERTIFICADOS O DIPLOMAS EXPEDIDOS O REVALIDADOS POR S.E.P.

EN LOS QUE CONSTEN MATERIAS RELACIONADAS CON LOS TEMAS :

- SISTEMAS DE UTILIZACION  
(FUERZA Y ALUMBADO)
- PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTE
- CONDUCTORES Y CANALIZACIONES.

TAMBIEN PUEDE PRESENTARSE UN EXAMEN DE COMPETENCIA A FALTA DE DOCUMENTOS PARA OBTENER EL REGISTRO.

LAS SOLICITUDES PARA TRAMITAR EL REGISTRO DE PERSONAS RESPONSABLES DEBEN HACERSE POR ESCRITO Y DIRIGIRSE A:

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
DIRECCION GENERAL DE NORMAS  
DIRECCION DE ELECTRICIDAD Y GAS  
AVE. CUAUHTEMOC # 80, 1er PISO.

EL REGISTRO TIENE UNA VIGENCIA DE DOS AÑOS. SU REFRENDO PUEDE HACERSE EN OFICINAS CENTRALES (D.F.) O EN CUALQUIER DELEGACION DE LA SECOFI.

PROCEDIMIENTO:

- SOLICITUD POR ESCRITO DIRIGIDO A SECOFI OFICINAS EN D.F. O EN CUALQUIERA DE SUS DELEGACIONES ESTATALES.
- SEÑALAR DE COMUN ACUERDO LA FECHA DEL EXAMEN EL CUAL VERSARA SOBRE CONCEPTOS - TECNICOS QUE SE INDICAN EN EL TEMARIO QUE LA SECOFI ENTREGARA.
- REALIZAR EL EXAMEN ANTE LA PRESENCIA DE UN REPRESENTANTE DE LA SECOFI, OTRO DE C.F.E. Y OTRO, SI LO DESEA EL SOLICITANTE, DE SU SINDICATO O GREMIO AL CUAL PERTENEZCA.
- SI EL EXAMEN ES APROBADO SE CONCEDE EL REGISTRO SOLICITADO.

PUEDE NUEVAMENTE PRESENTARSE EL EXAMEN SIGUIENDO LOS PASOS ANTERIORES, EXISTIENDO 6 MESES CUANDO MENOS ENTRE UN EXAMEN Y EL SIGUIENTE.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

**MOD: II *INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS***

*LA AUTORIDAD SOBRE LA REGLAMENTACION EN MEXICO  
ASPECTOS RELEVANTES DE LAS NORMAS TECNICAS*

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS**

# NORMAS TÉCNICAS - 1

## Del Reglamento de Instalaciones Eléctricas

SON DE OBSERVANCIA OBLIGATORIA EN TODO EL PAIS

PROPOSITO ~ Establecer los requisitos que deben satisfacer las instalaciones eléctricas a fin de que ofrezcan condiciones de seguridad para las personas y su patrimonio.

En vigor desde el 22 de julio de 1981.- Parte 1  
(Instalaciones para el uso de la energía eléctrica)

AUTORIDAD COMPETENTE ~ SECRETARIA DE COMERCIO  
Y FOMENTO INDUSTRIAL ~ DIREC. GRAL. DE NORMAS  
SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD Y GAS

## CONTENIDO DE LAS NORMAS TECNICAS

- GENERALIDADES
- PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS.
- METODOS DE INSTALACION, CONDUCTORES Y CANALIZACIONES
- EQUIPO ELECTRICO DIVERSO
- INSTALACIONES ESPECIALES
- SUBESTACIONES

## OBJETIVOS DE LAS NORMAS TECNICAS

- ESTABLECE CRITERIOS BASICOS DE DISEÑO
- FIJA REQUISITOS TECNICOS Y DE SEGURIDAD
- SU OBSERVANCIA EVITA DAÑOS A LA INTEGRIDAD FISICA DE LAS PERSONAS. Y A SUS PROPIEDADES.

## ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

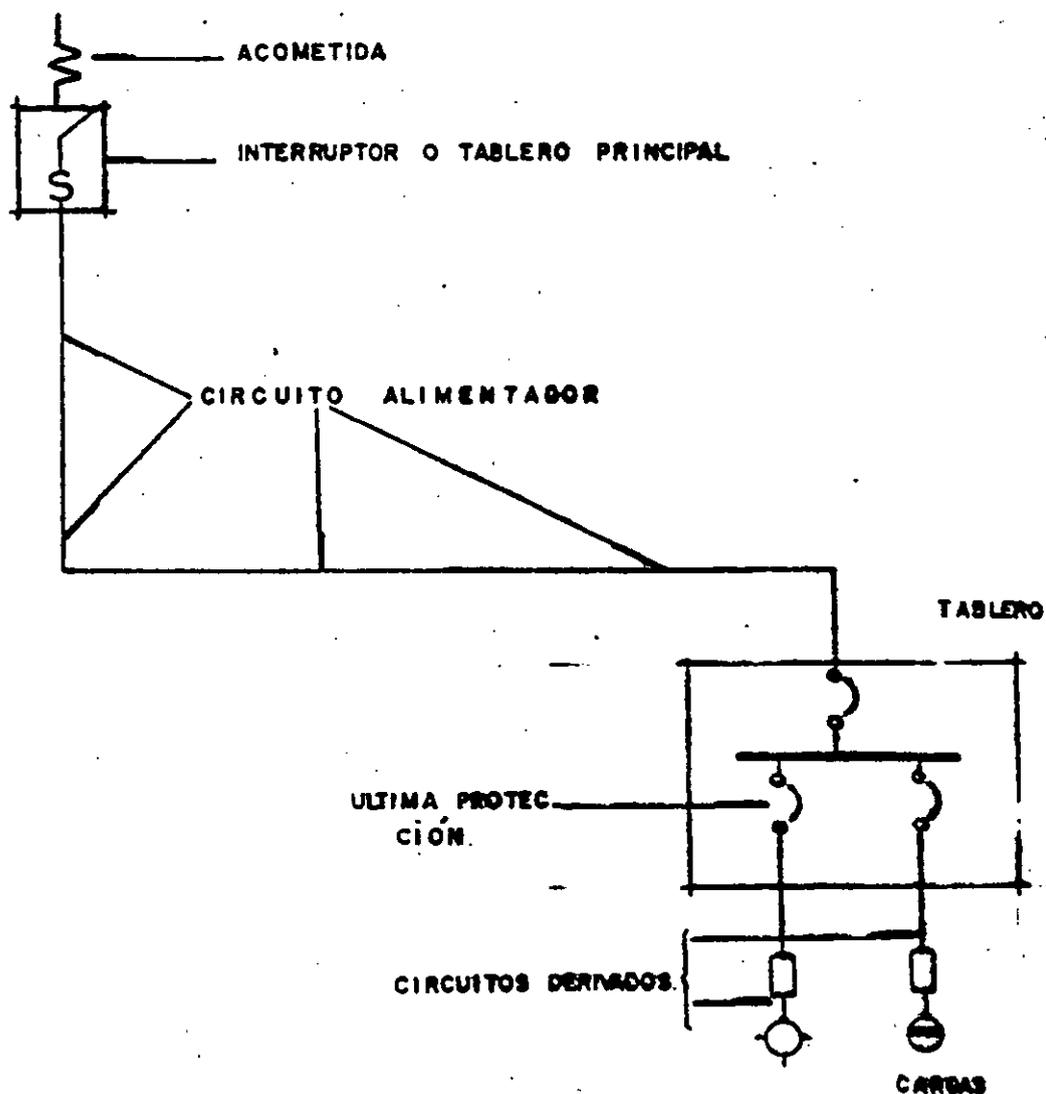
Definiciones (Arts. 202.2 y 203.1)

Circuito derivado:

Comprende desde la última protección hasta la carga

Circuito alimentador:

Comprende desde la protección principal, hasta la protección de los circuitos derivados.



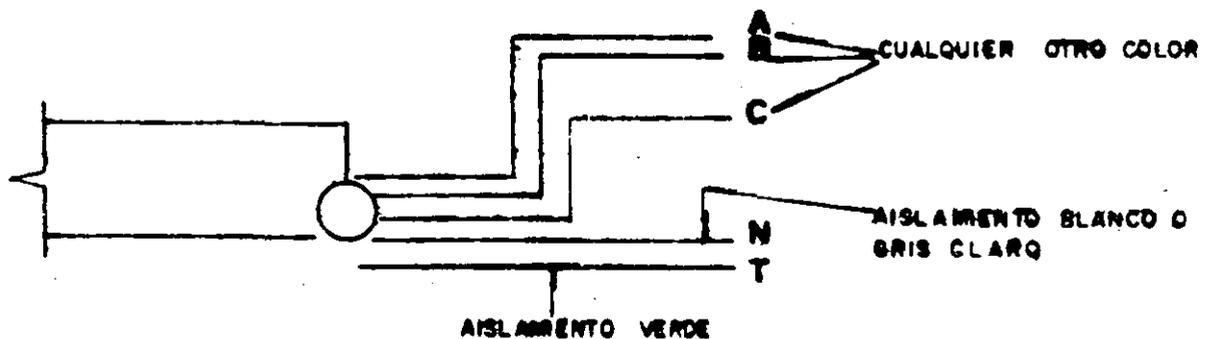
IDENTIFICACION ( ART. 202.4 )

OBJETIVOS:

- Hacer más fácil y rápida la revisión o mantenimiento a los sistemas ó circuitos.
- Brindar seguridad al personal.

LA RECOMENDACION ES:

- Aislamiento verde para el conductor de puesta a tierra.
- Aislamiento blanco ó gris claro para el conductor neutro.
- Cualquier otro color para los activos.

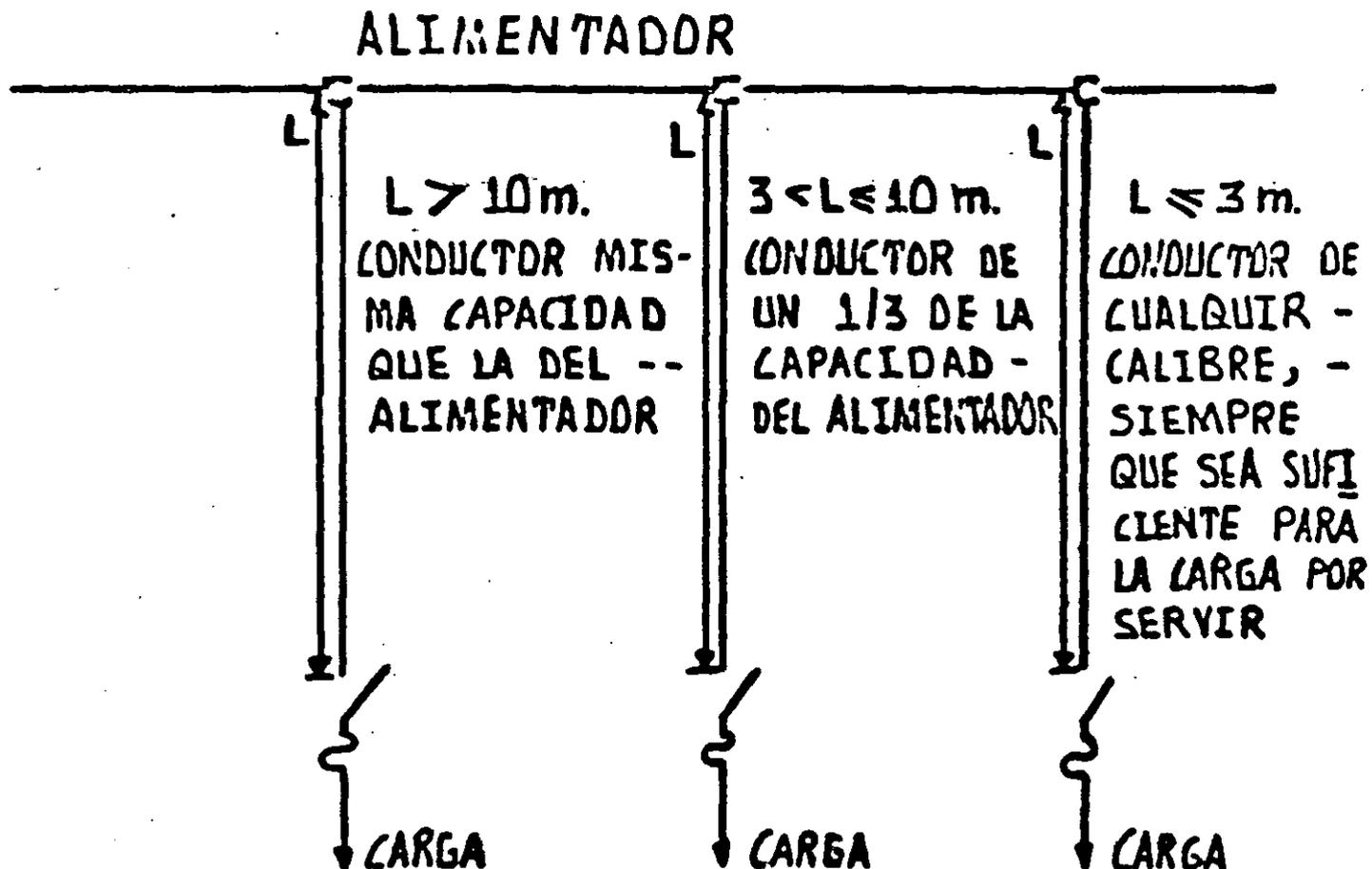


# CIRCUITO ALIMENTADOR

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

## 203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

- CAIDA DE TENSION ; NO MAYOR DEL 3% , Y SUMADO A LA DEL ALIMENTADOR , NO MAYOR DEL 5%.
- CALIBRE MINIMO ; PARA CARGAS DEFINIDAS NO MENOR DEL No 14 , Y PARA CARGAS INDEFINIDAS NO MENOR DEL No 12 AWG.
- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE ; EL DISPOSITIVO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON EL VALOR DE LA CORRIENTE PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES .
- Usos de los CTOS. DERIVADOS ;
  - De 15 y 20 A . - CUALQUIER TIPO DE LOCAL , PARA ALIMENTAR UNIDADES DE ALUMBRADO Y FUERZA.
  - De 30 A . - UNIDADES DE ALUMBRADO FIJAS , EN LOCALES QUE NO SEAN CASAS HABITACION.

- 1
- DE 40 y 50 A. - SIMILAR AL ANTERIOR, Y PARA ALIMENTAR APARATOS FIJOS, CUYA CAPACIDAD NO EXCEDA DEL 80% DE LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO.

NOTA. - LAS CARGAS INDIVIDUALES MAYORES DE 50 AMP, DEBEN ABASTECERSE CON CIRCUITOS DERIVADOS INDIVIDUALES.

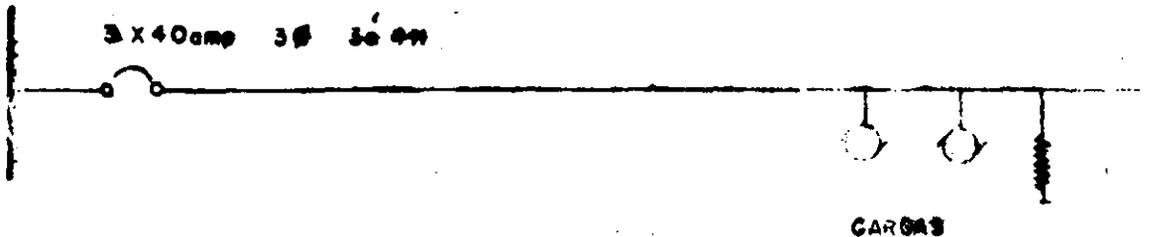
- CONTACTOS DE PUESTA A TIERRA; LOS CIRCUITOS DERIVADOS DEBEN INCLUIR UN CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA O ESTAR ALOJADOS EN CANALIZACIONES METALICAS.

8  
CIRCUITOS DERIVADOS  
CLASIFICACION ( ART. 202:3 )

Se clasifican de acuerdo con la capacidad ó ajuste de su protección contra sobre corriente.

Los que alimentan a varias cargas se clasifican en :  
circuitos derivados de: 15, 20, 30, 40, y 50 amp.

EJEMPLOS



# REGLAS GENERALES PARA EL CALCULO DE LA CARGA EN CIRCUITOS DERIVADOS

- DEBE CONSIDERARSE EL 100% DE LA CARGA CONECTADA AL CIRCUITO
- EN CASAS-HABITACION Y HOTELES
  - CADA SALIDA DE ALUMBRADO = 125 W.
  - CADA CONTACTO = 180 W.

+ SIN IMPORTAR QUE SE INSTALEN LAMPARAS DE MENOS DE 125 WATTS O APARATOS DE MENOS DE 180 WATTS EN LOS CONTACTOS. +

- PARA EFECTOS DE ESTIMACION DE CARGA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, PUEDE UTILIZARSE LA TABLA 209.2 a. 2)

TIPO DE LOCAL	WATTS / M <sup>2</sup>
BODEGAS O ALMACENES	2.5
ESTACIONAMIENTOS	5
AUDITORIOS E IGLESIAS	10
CASAS HAB., CLUBES, CASINOS, Ed. IND., ESCUELAS, HOSPITALES, HOTELES, RESTAU..	20
BANCOS, OFICINAS, TELUQUERIAS, TIENDAS.	30

Tabla 209.8 a)  
Factores de demanda para el  
cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

Tipo de Local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador. (*)
Casas habitación	Primeros 3000 watts o menos	100 %
	Exceso sobre 3000 watts	35 %
(**) Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos	50 %
	Exceso sobre 20 000 - watts	40 %
(**) Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos	40 %
	Exceso sobre 50 000 - watts	20 %
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos	100 %
	Exceso sobre 20 000 - watts	70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

(\*) Factor de demanda : relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

(\*\*) Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles - donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, - como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

TABLA 302.4

(Hoja 1.)

Capacidad de corriente en conductores de cobre aislados

A m p e r e s

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THVN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW(*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable(*)	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

Tabla 302.4 a).

## Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado en la Tabla 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

## Notas.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

Tabla 302.4 b)

## Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento					
	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	110 °C	125 °C
40	0.82	0.88	0.90	0.90	0.94	0.95
45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92
50	0.58	0.75	0.80	0.80	0.87	0.89
55	0.41	0.67	0.74	0.74	0.83	0.86
60	-	0.58	0.67	0.67	0.79	0.83
70	-	0.35	0.52	0.52	0.71	0.76
80	-	-	0.30	0.30	0.61	0.69

# CAPITULO 3

## METODOS DE INSTALACION.

### CONDUCTORES Y CANALIZACIONES.

#### SECCION 301. METODOS DE INSTALACION. REQUISITOS GENERALES.

- LONGITUD LIBRE DE CONDUCTORES EN CAJAS DE SALIDA. SE RECOMIENDA COMO MINIMO 15 CM. EN CADA CAJA DE SALIDA, PARA EFECTOS DE CONEXIONES, EMPALMES, O POSIBLES MODIFICACIONES.
- CAJAS DE CONEXION. DEBE INSTALARSE - UNA CAJA DE CONEXIONES: EN CADA DERIVACION, SALIDA, PUNTO DE INTERRUPCION O PUNTO DE INTERSECCION DE UNA CANALIZACION.
- CONDUCTORES DE DIFERENTES SISTEMAS.
  - .. LOS CONDUCTORES DE FUERZA Y - DE SISTEMAS DE TENSIONES DIFERENTES

POR EJEMPLO, UNO DE 220 V. 3 ó 4 HILOS, Y OTRO DE 440 V. 3 ó 4 HILOS, NO DEBEN OCUPAR LA MISMA CANALIZACION.

•• LOS CONDUCTORES PARA COMUNICACION, (TELEFONOS, RADIOCOMUNICACION, ETC), NO DEBEN OCUPAR LAS CANALIZACIONES DE LOS CONDUCTORES DE FUERZA Y ALUMBRADO.

• SUJECION DE CONDUCTORES EN CANALIZACIONES VERTICALES. DEBE HACERSE A INTERVALOS NO MAYORES QUE LOS INDICADOS EN LA TABLA 301.12.

TABLA 301.12.

SEPARACION MAXIMA ENTRE SOPORTES PARA CANALIZACIONES VERTICALES.

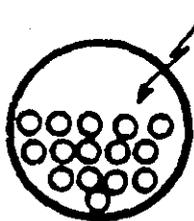
CALIBRE DE CONDUCTOR (AWG ó MCM)	SEPARACION ENTRE SOPORTES	
	COND. DE COBRE	COND. DE ALUMINIO
18 ó 8	30 m.	30 m.
6 ó 1/0	30 "	30 "
2/0 ó 4/0	24 "	27 "
250 ó 350	18 "	20 "
400 ó 500	18 "	18 "
600 ó 750	12 "	15 "
MAYORES ó 750	10 "	13 "

## SECCION 302. CONDUCTORES DE USO GENERAL.

### • CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDUCTORES AISLADOS.

•• CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.  
SI EL NUMERO DE CONDUCTORES EN UNA CANALIZACION ES MAYOR DE 3, DEBEN APLICARSE LOS FACTORES - QUE INDICA LA TABLA 302.4**2**)

•• CORRECCION POR TEMPERATURA.  
SI LOS CONDUCTORES SE INSTALAN EN LOCALES CON TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°C SE APLICAN LOS FACTORES DE CORRECCION DE LA TABLA 302.4**1**).



№ COND. = 15

F. AGRUP = 0.7. } DE  
F. TEMP = 0.88 } TABLAS.

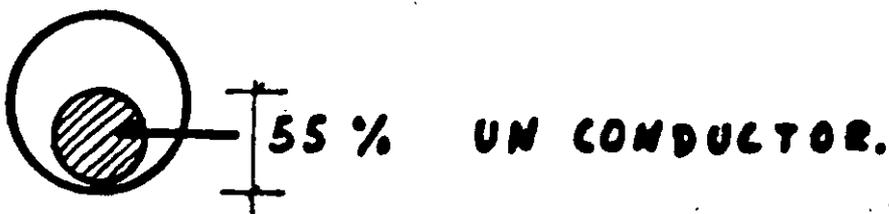
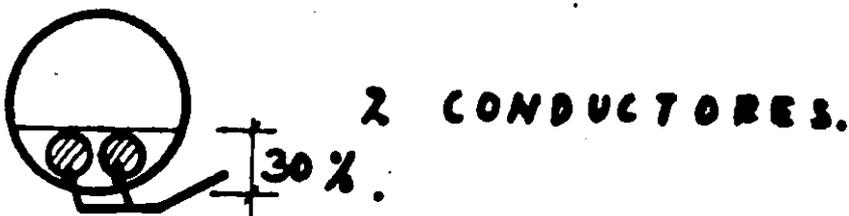
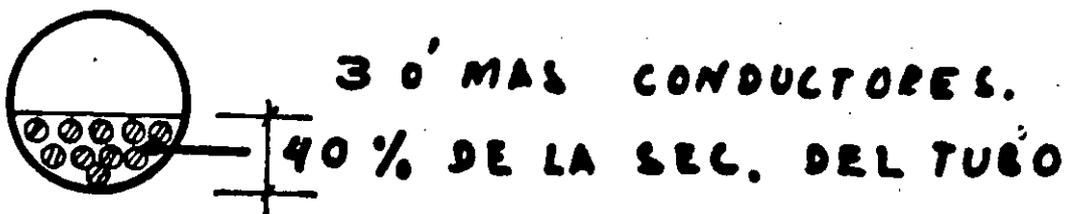
T AMB. = 40°C

T AISL. = 75°C.

- CAPACIDAD DEL CONDUCTOR =  
CAPACIDAD POR CORRIENTE  
x 0.7 x 0.88.

• **NUMERO DE CONDUCTORES. FACTORES DE RELLENO.**

- **EN EL CASO DE 3 CONDUCTORES O MAS, ESTOS NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL TUBO.**
- **EN EL CASO DE DOS CONDUCTORES NO MAS DEL 30% DE LA SECCION.**
- **EN CASO DE UN SOLO CONDUCTOR NO MAS DEL 55% DE LA SECCION.**



# CANALIZACIONES

17

SE PRECISAN LOS PUNTOS PRINCIPALES DE

— TUBO METALICO RIGIDO

~ TIPO PESADO Y SEMIPESADO

~ TIPO LIGERO

— TUBO METALICO FLEXIBLE

~ TIPO COMUN

~ TIPO HERMETICO A LIQUIDOS

— TUBO NO METALICO

~ PVC

~ PE

— DUCTOS METALICOS CON TAPA

“NUEVOS TEMAS”

— ELECTRODUCTOS

— CHAROLAS

**TUBO NO METALICO (ART. 306.1)**

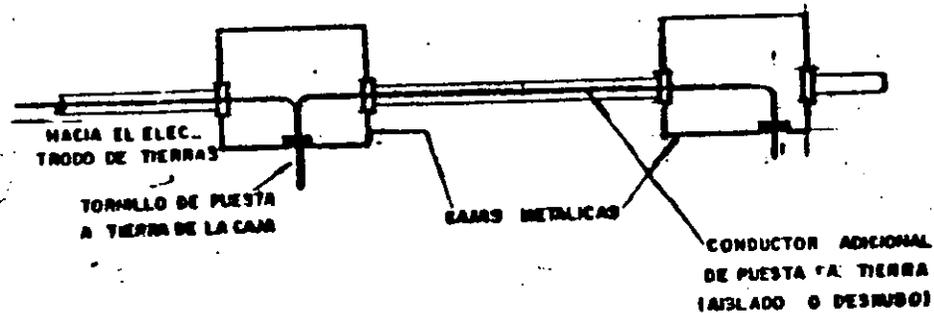
La Norma se refiere unicamente a:

- El tubo de policloruro de vinilo (PVC)  
(color verde olivo).
- El tubo de polietileno (PE)  
(color naranja)

Cajas y accesorios (art. 306.10)

- De preferencia deben ser del mismo material que el tubo (PVC ó PE)
- Si son metálicos, deben conectarse firmemente a tierra.

TUBO DE PVC ó PE



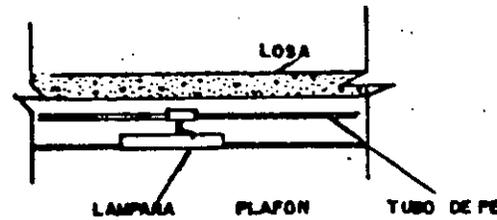
Si la conexión obstece a equipos que requieran conectarse a tierra, debe tenderse al conductor adicional también.

**USO PROHIBIDO DEL TUBO DE PE (ART. 306.25)**

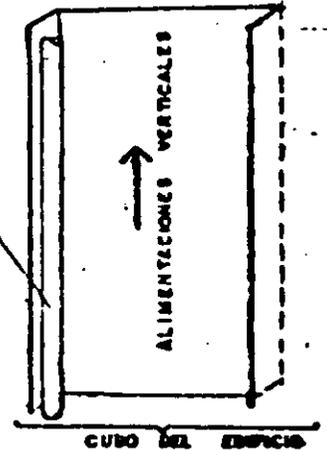
- Todas las limitaciones del tubo de PVC

ADEMAS:

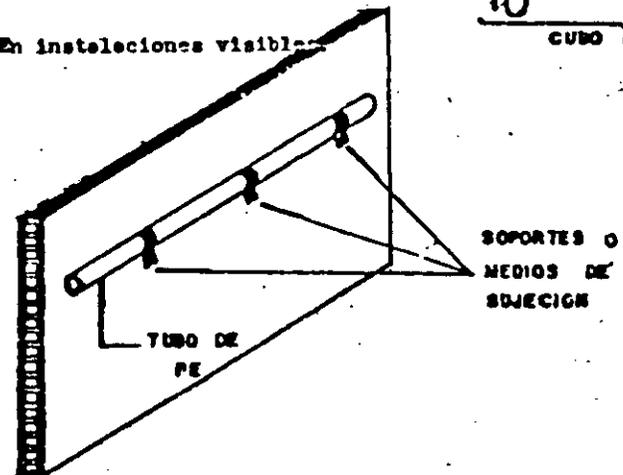
- Oculto por plafones



- En cubos de edificios.

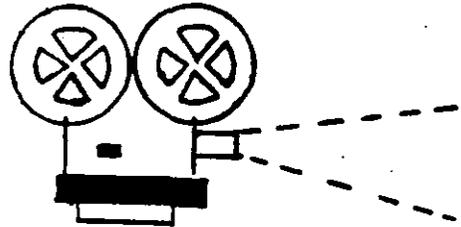


- En instalaciones visibles



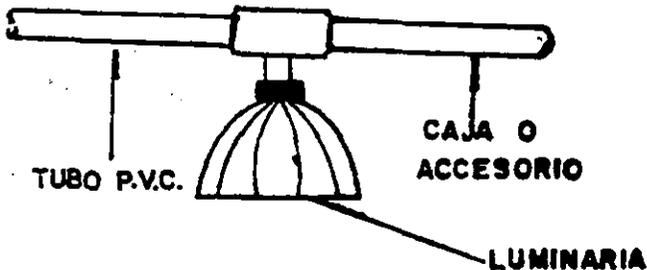
- AREAS PELIGROSAS

- TEATROS, CINES y Locales SIMILARES.



- SOPORTE DE LUMINARIOS

- EXPUESTO A TEMPERATURAS >70°C

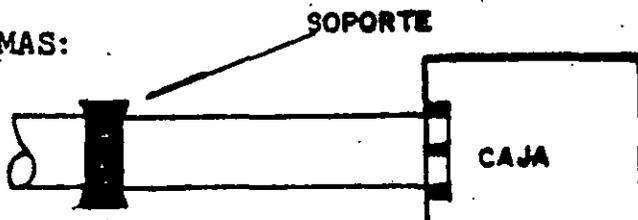


SOPORTES (ART. 306.17)

No deben tener separaciones de más de:

Ø	13 y 19 mm	-----	1.20m
Ø	25 e 51 mm	-----	1.50m
Ø	63 y 76 mm	-----	1.80m
Ø	89 y 102mm	-----	2.10m

ADEMAS:

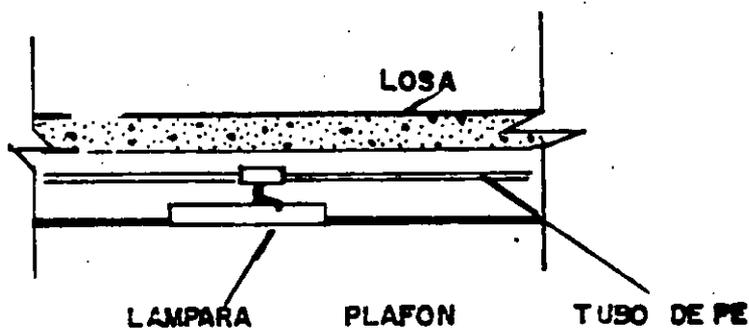


USO PROHIBIDO DEL TUBO DE PE (ART.306.25)

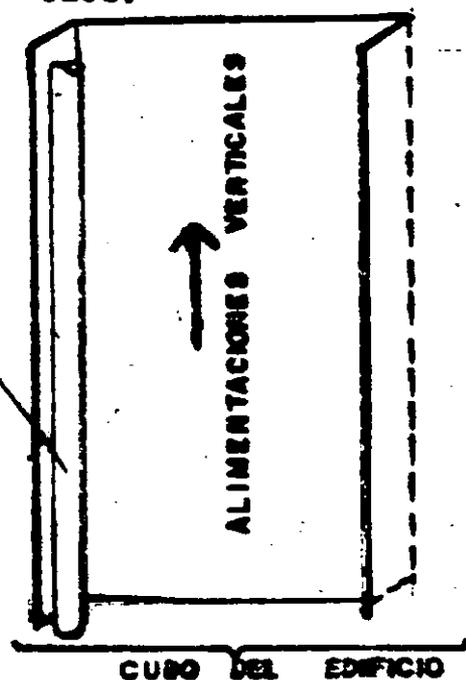
- Todas las limitaciones del tubo de PUC (plástico).

ADEMAS:

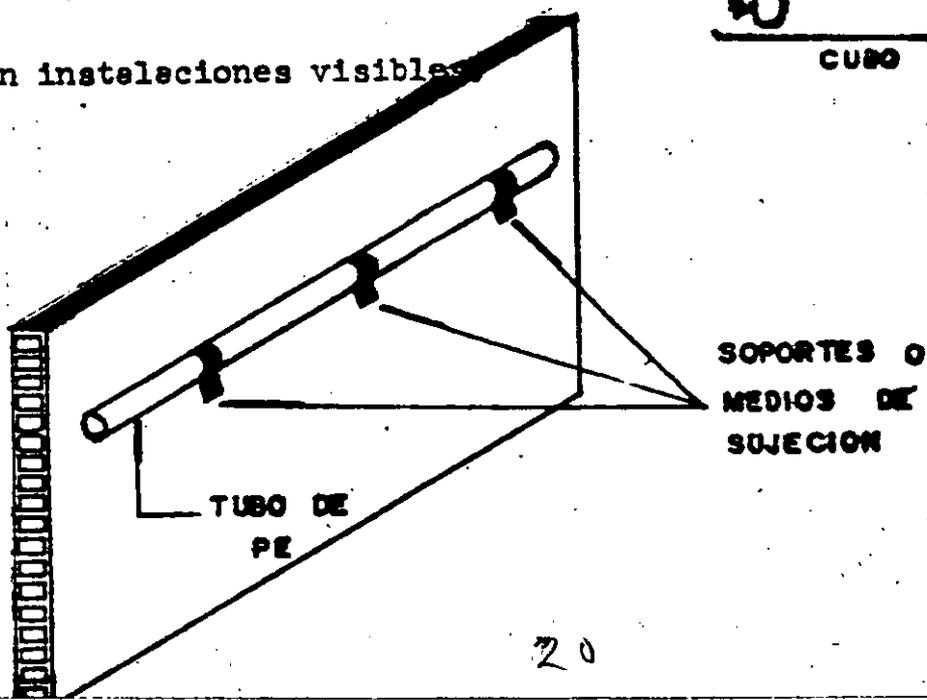
- Oculto por plafones



- En cubos de edificios.



- En instalaciones visibles



# TUBO METALICO FLEXIBLE

OBJETIVOS:

- 21

Realizar instalaciones fijas en equipos o aparatos sujetos a:

- Pequeños movimientos
- Movimientos súbitos
- Vibraciones

Tamaño mínimo = 13 mm ( 1/2 " )

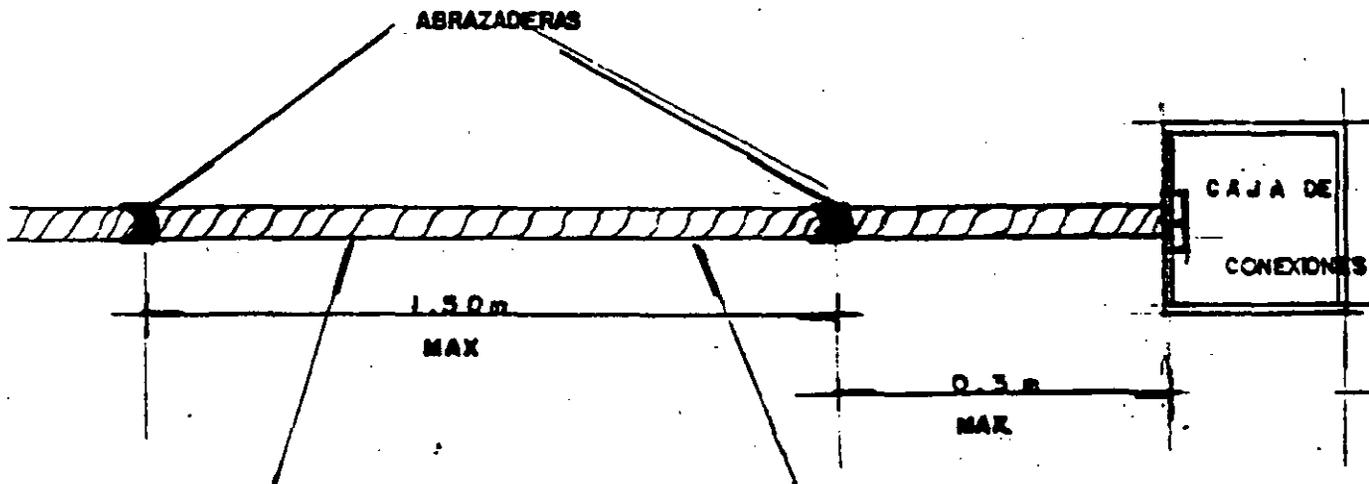
ART. 305.2 Tamaño máximo = 102 mm (4" )

Excepción : Puede usarse tubo de 9.5mm (3/8 " )

en:

- Extensiones pequeñas bajo encendido
- Conexiones a motores
- Conexión a lámparas (L < 1.80m)

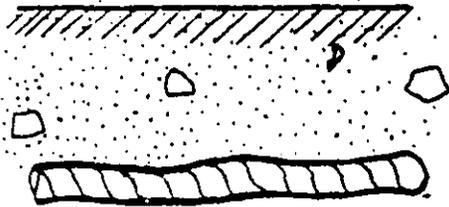
SOPORTES ART 305.5



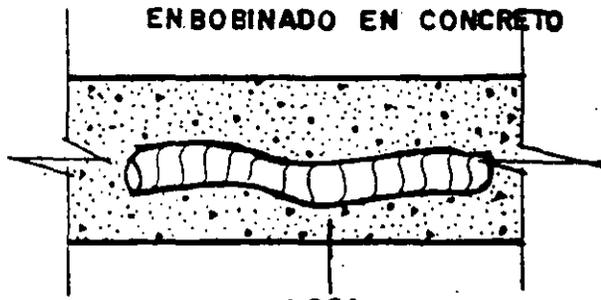
NO DEBE USARSE COMO MEDIO DE PUESTA A TIERRA  
ART . ( 305.8)

*PRELIMINAR*

N.P.T.

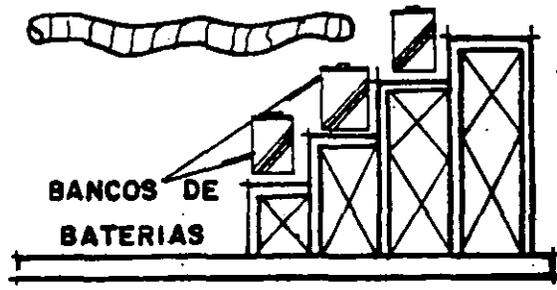


ENBOBINADO EN CONCRETO



LOSA

SALA DE BATERIA

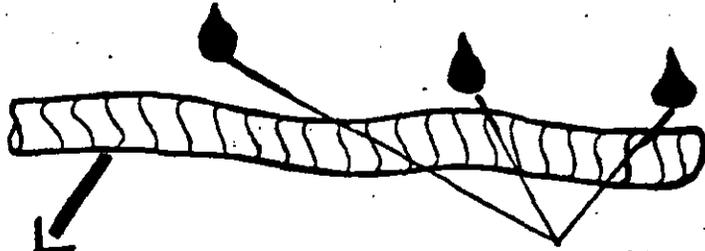


BANCOS DE BATERIAS

AREA PELIGROSAS



EXPUESTO A SUSTANCIAS QUE DAÑAN EL AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

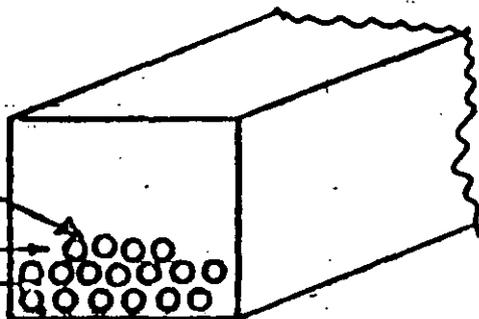


DEBE USARSE EL TIPO HERMETICO A LIQUIDOS "LIQUATITE"

ACEITES, GASOLINAS, GRASAS, ACIDOS, ALCALIS, ALCOHOLES, THINERS, ETC.

# SECCION 308. DUCTOS METALICOS CON TAPA.

NO OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA.



NO MAS DE 30 CONDUCTORES.

SI OCUPAN MENOS DEL 20% DEL AREA NO SE APLICA FACTOR DE AGRUPAMIENTO

## NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES (ART 308.5)

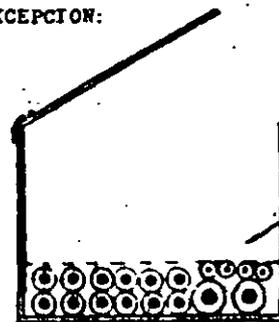
- No se permiten más de 30 conductores activos
- No se consideren activos:

Los conductores de señalación y control.

Los conductores de puesta a tierra

- Conductores neutros se consideran activos.

### EXCEPCION:



23  
Conductores ocupando el 20% o menos del área del ducto.

No se requiere aplicar factores de agrupamiento

Límite de conductores = 30 Activos

Área útil (FR = 20%)

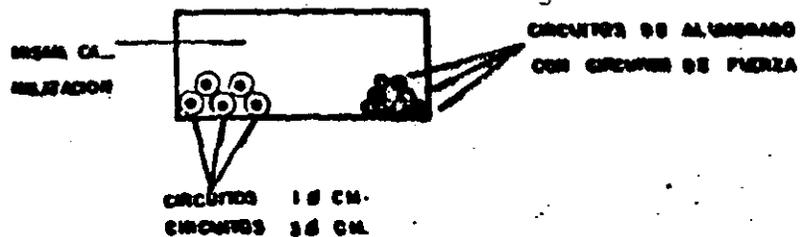
845 mm<sup>2</sup> Ducto 6.5 x 6.5 cms.

2000 mm<sup>2</sup> Ducto 10 x 10 cms.

4500 mm<sup>2</sup> Ducto 15 x 15 cms.

## ARREGLOS PERMITIDOS

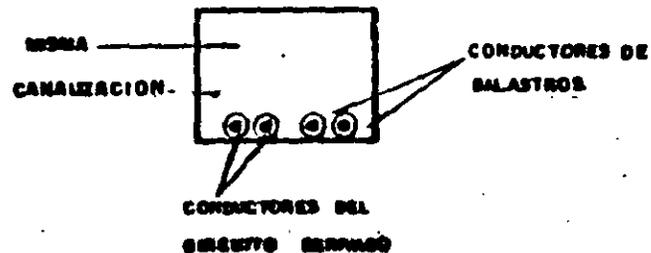
A-



C-

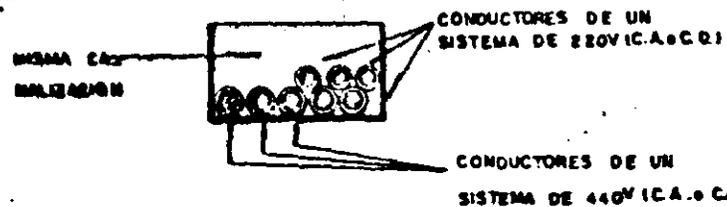


B-

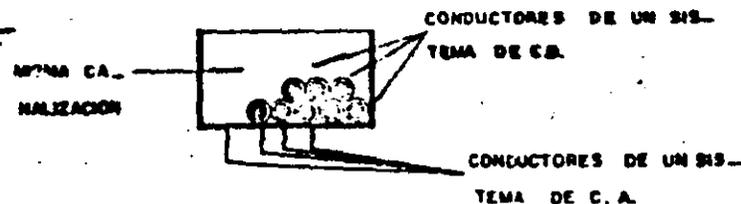


## ARREGLOS NO PERMITIDOS

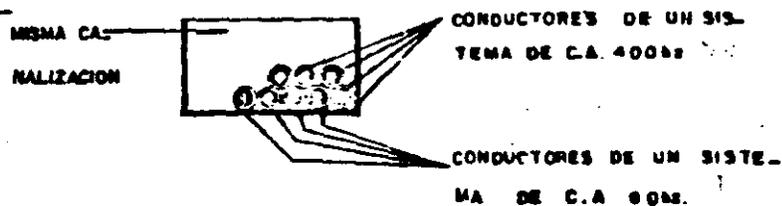
A-



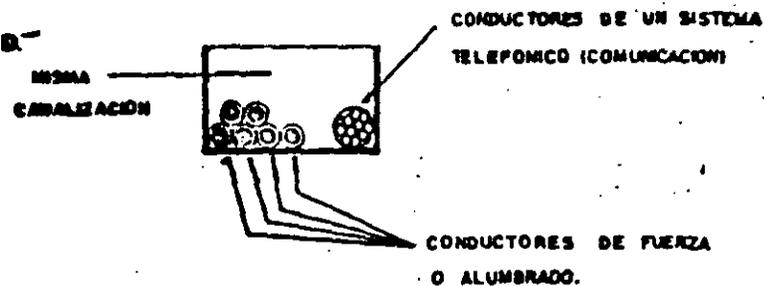
B-



C-

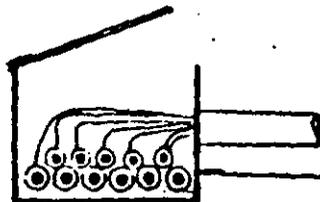


B-



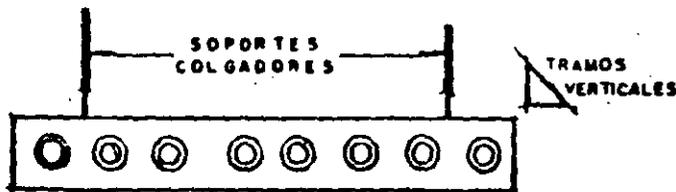
## EMPALMES (ART 308.7)

- Pueden hacerse empalmes y derivaciones dentro del ducto.  
ducto.



Los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar más del 75% del área del ducto.

## Soportes (art. 308.9)



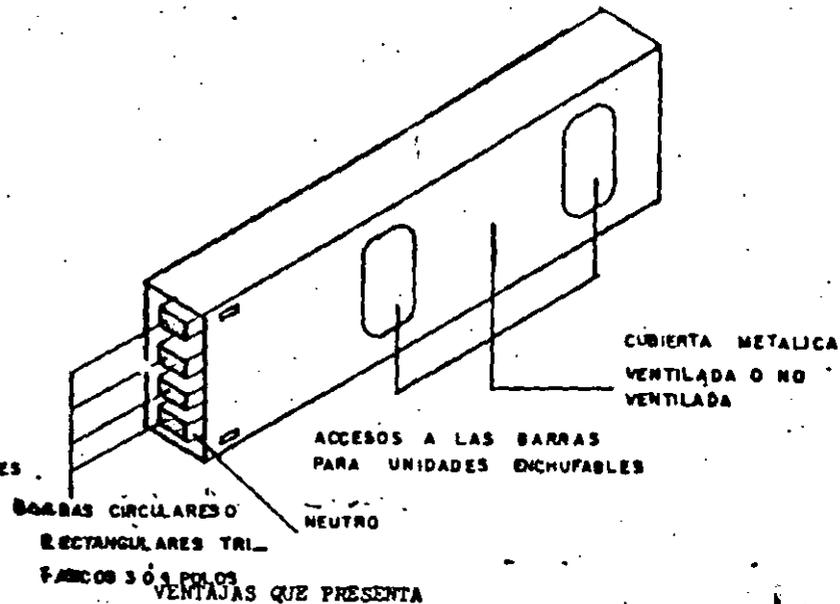
NO MAS DE UNA UNION  
1.80 m MAXIMO  
3.0 m  
EN CASO DE SOPORTES ESPECIALES

## Puestas a tierra (art. 308.12)

Puede usarse como medio de puesta a tierra.

## ELECTRODUCTOS:

( Ductos con barras, ductos alimentadores o ductos enchufables)



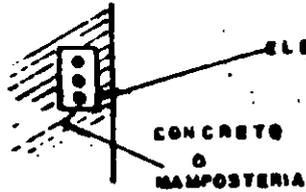
- Gran capacidad de conducción (2000 amp. ó más)
- Baja caída de tensión
- Rapidez de instalación

## TIPOS PRINCIPALES

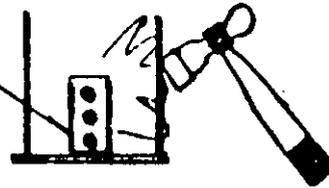
- Electroducto alimentador
- Electroducto enchufable
- Electroducto trolley.

**USO PROHIBIDO (ART 309.3)**

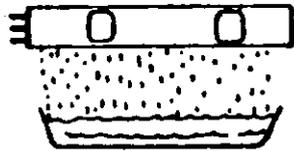
- Instalaciones no visibles



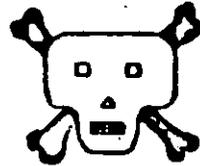
- Deño mecánico severo



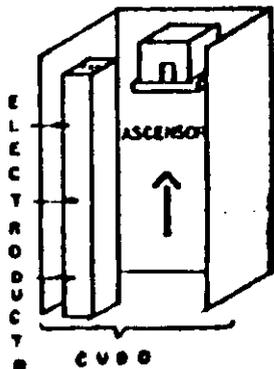
- Sometidos a gases o vapores corrosivos



- Areas peligrosas

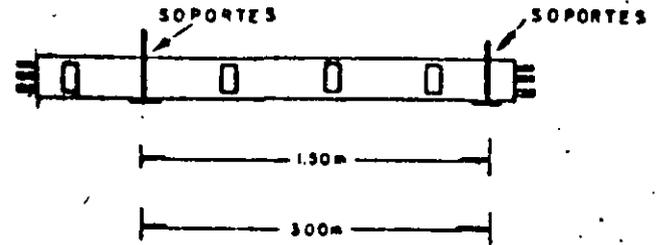


Cubos de ascensores



Si se instalan a la interperie o en locales húmedos o mojados, deben tener protección especial para evitar le entrada de agua.

**SOPORTES (ART 309.4)**



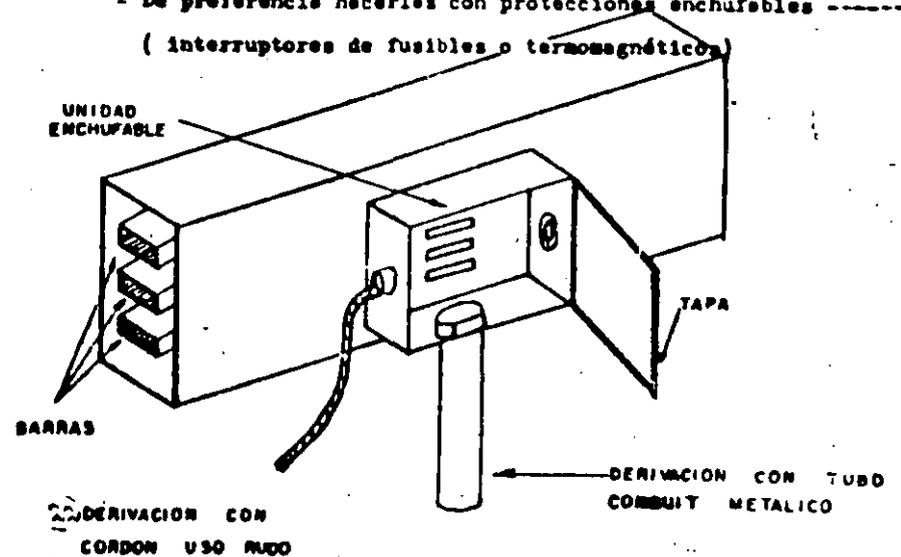
EN CASO DE SOPORTES ESPECIALES

**DERIVACIONES (art. 309.8)**

26

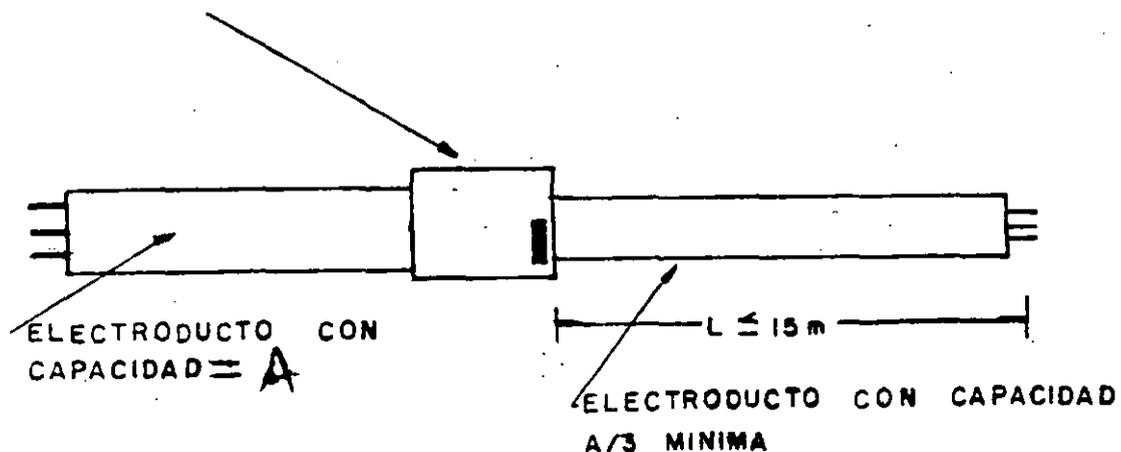
- Debe protegerse una conexión efectiva y permanente a las barras

- De preferencia hacerles con protecciones enchufables (interruptores de fusibles o termomagnéticos)

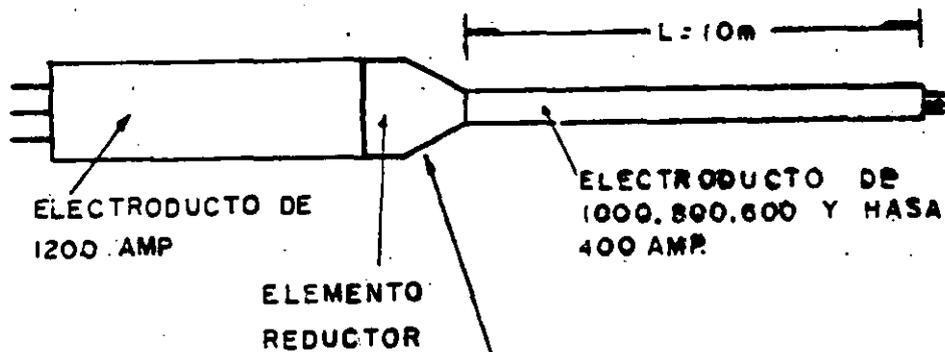


## REDUCCION DE LAS BARRAS ( ART. 309.10)

Cuando se reduce la capacidad de las barras puede omitirse la protección de la reducción si:



EJEMPLO:



Si el electroducto reducido es de 300, 200 ó 100 amp., ó si  $L \geq 15 \text{ m}$ , se requiere una protección aquí.

Uso Prohibido (Art 311.4)

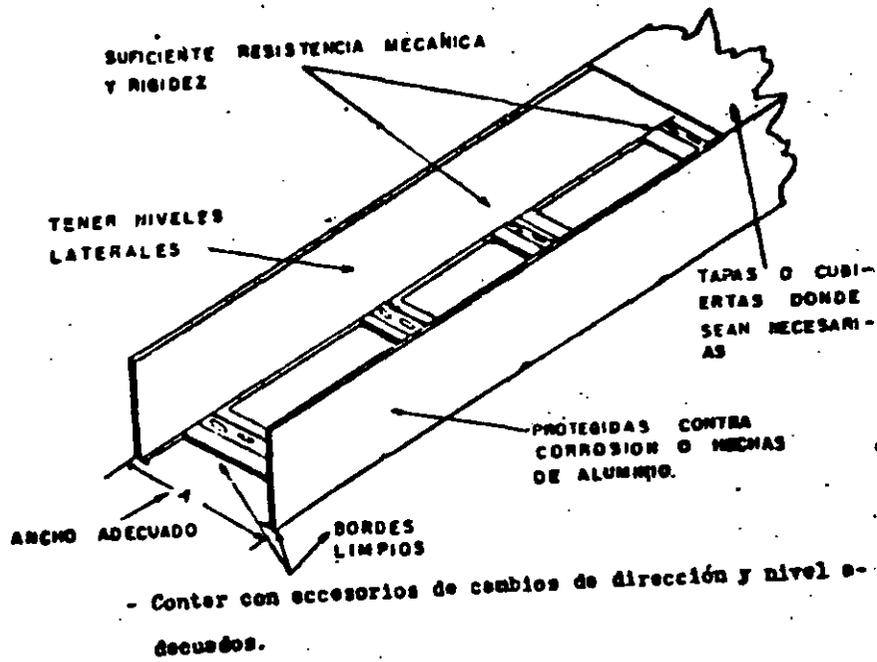
**CHAROLAS PARA CABLES:**

Pueden ser:

- Charoles
- Escalerillos
- Caneles o conchetas

De metal u otro material incombustible.

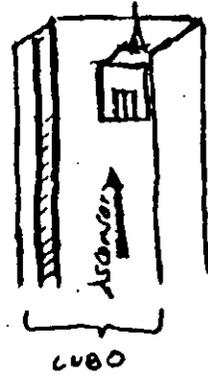
**CONSTRUCCION E INSTALACION:** (ART 311.5 y 311.6)



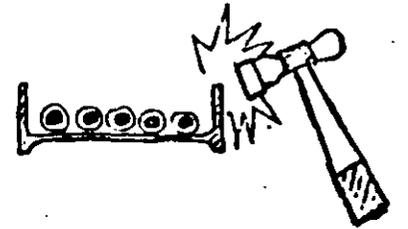
Anchos comunes: 30.5 cms., 45.8 cms. y 61 cms.

CHAROLAS DE ACERO GALVANIZADO.

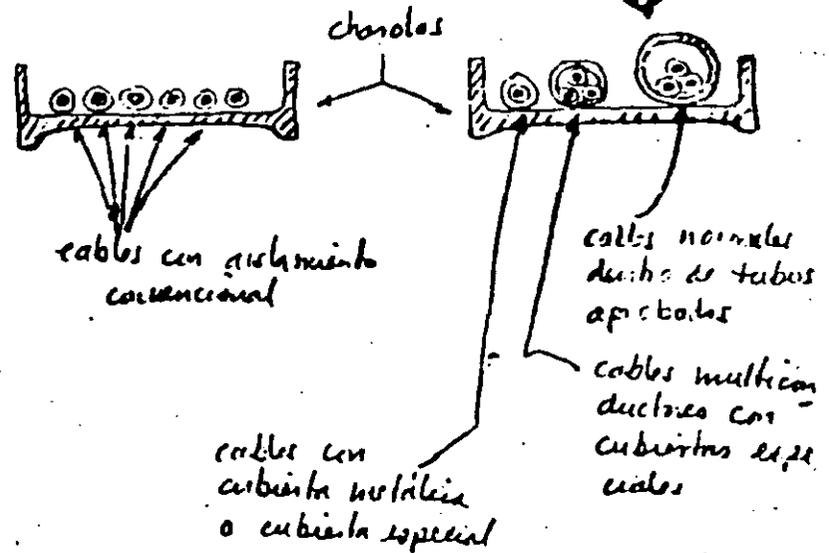
• En cables de ascensores



• Expulsión de daño mecánico severo

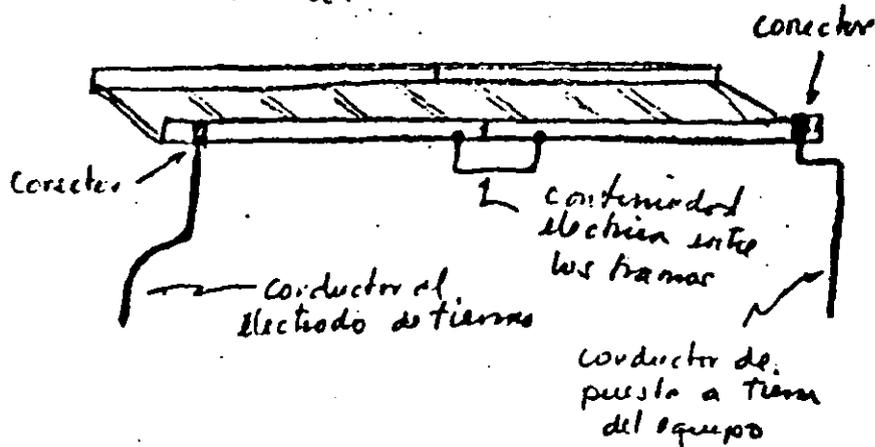


• En áreas pléquivas



## Puesta a tierra (Art 311.7)

- La chaveta (metalina), debe conectarse a tierra
- Puede utilizarse como medio de puesta a tierra.



## Instalación de cables (Art 311.8)

- Pueden hacerse empalmes y derivaciones
- En tramos verticales, sujetar los cables
- Instalar los conductores por circuitos (agrupados y encintados)

## Numero de cables (Art 311.9)



Cables multiconductores  
una sola capa



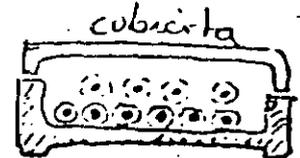
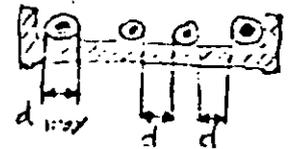
Cables individuales  
2 capas máximo

## Capacidad de Corriente

(Art 311.10)

Valores de la tabla  
202.4 aplicar

- En tubería
- al aire
- al aire  $\times 0.75$
- al aire  $\times 0.7$



cubierta

A  
P  
R  
E  
G  
L  
A  
S

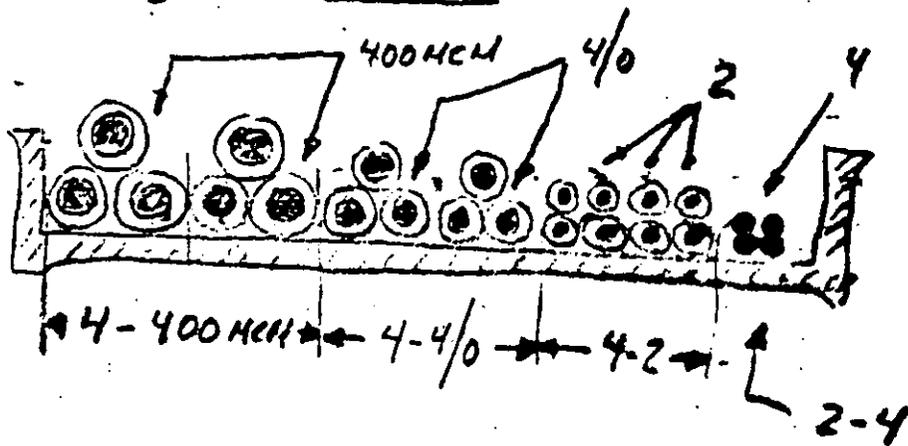
# Calculo y Selección de una Chisola

Ejemplo

30

- Seleccionar una chisola que va a alojar a:
- 6 conductores de 400 MCM (THW)
  - 6 conductores del 4/0 AWG (THHN)
  - 8 conductores del 2 AWG (TW)
  - 4 conductores del 4 AWG (desnudos)

Arreglo en la chisola

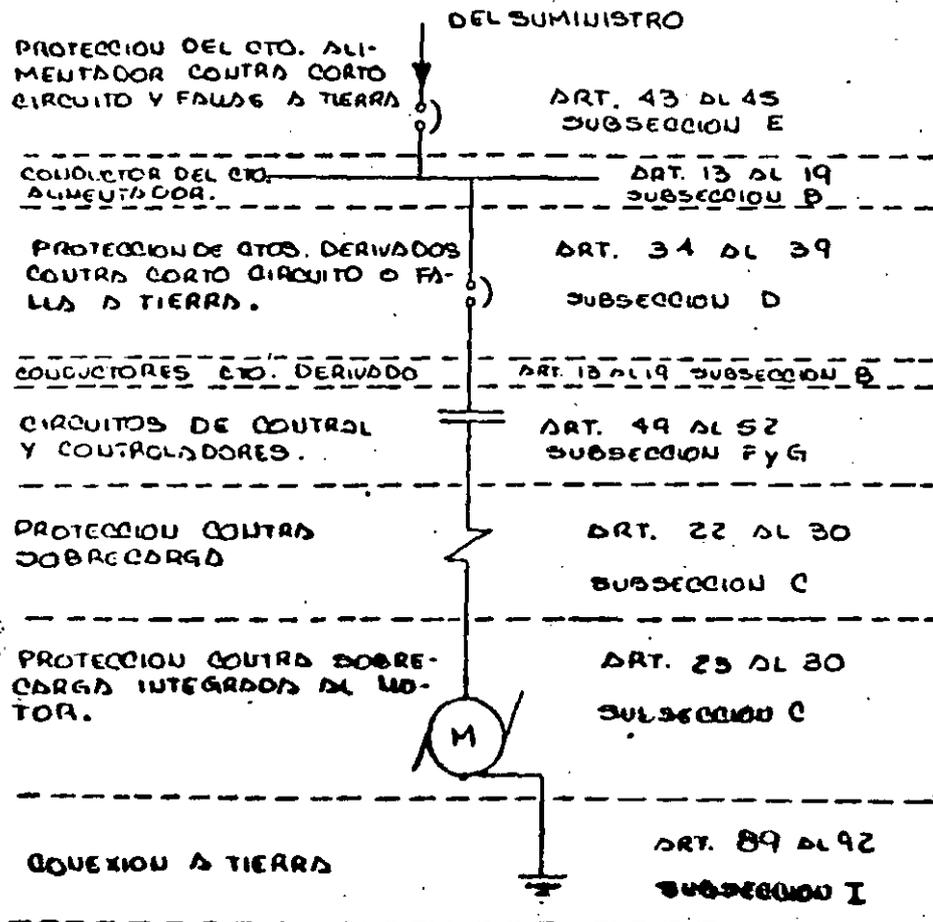


4-400 MCM (THW)	=	23.9 × 4	=	95.6	mm
4-4/0 (THHN)	=	16.4 × 4	=	65.6	mm
4-2 (TW)	=	11 × 4	=	44.0	mm
2-4 (desnudos)	=	5.3 × 2	=	10.6	mm
20% espacio extra acomodo mínimo	=		=	43.2	mm
				<u>259.0</u>	mm
				<u>259.0</u>	mm

Puede seleccionarse una chisola de 30.5 cms de ancho

## SECCION 403 MOTORES

PUNTOS QUE COMPREENDE ESTA SECCION.



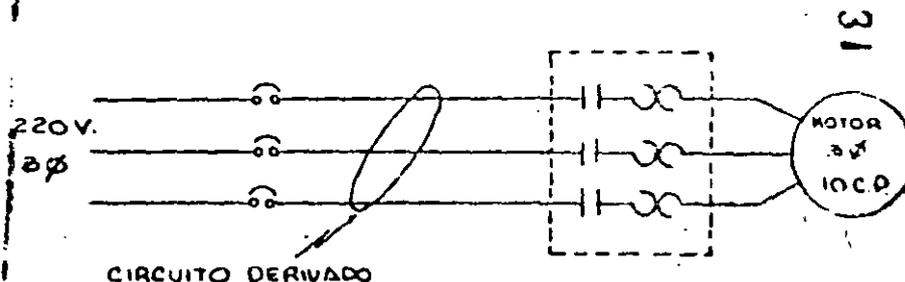
- SUBSECCION B -

• CONDUCTOR DE CIRCUITOS DERIVADOS •

- PARA MOTORES INDIVIDUALES DE SERVICIO CONTINUO.

LOS CONDUCTORES DE UN CIRCUITO PARA UN SOLO MOTOR DE SERVICIO CONTINUO DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION NO MENOR AL 125 % DE LA CORRIENTE NOMINAL, DEL MOTOR (Art. No. 403.14 NITIE).

EJEMPLO 8 (DIAGRAMA TRIFILAR)



DATOS :

MOTOR 3φ, 220V, 10 C.P.,  $I_{p.c.} = 28 \text{ Amp.}$

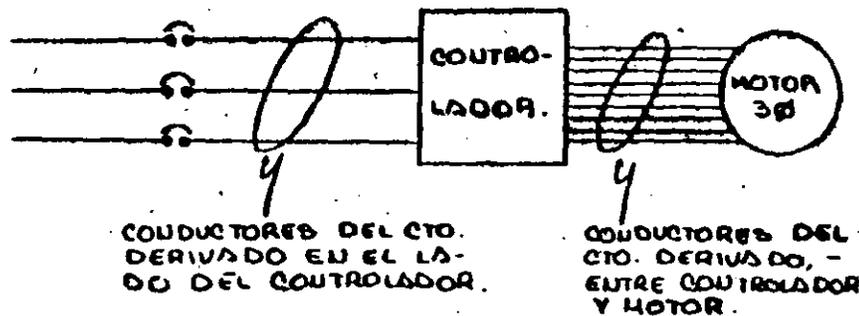
MOTOR DE INDUCCION.

• LA MINIMA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES, DEL CIRCUITO DERIVADO, DEBE SER

$$1.25 \times 28 = 35 \text{ Amp.}$$

POR LO TANTO SE SELECCIONAN CONDUCTORES NO 8 AWG TW, ALOJADOS EN TUBERIA - 60°C - 40 Amp.  
O BIEN NO. 10 AWG (THW) - 90°C - 40 Amp.

- PARA UN MOTOR DE VELOCIDAD MULTIPLE DE SERVICIO CONTINUO, LA SELECCION DE LOS CONDUCTORES DE SU CIRCUITO DERIVADO EN EL LADO DEL CONTROLADOR DEBE ESTAR BASADA EN LA CORRIENTE MAYOR MOSTRADA EN LA PLACA DEL MOTOR.



- PARA MOTORES INDIVIDUALES DE SERVICIO NO CONTINUO, LA CAPACIDAD DE CONDUCCION, NECESARIA DE LOS CONDUCTORES DEPENDE DE LA CLASE DE SERVICIO Y SU REGIMEN DE TRABAJO

- VER TABLA SIGUIENTE: (403.14 U.T.I.E.)

TABLA (403.14 U.T.I.E.)

FACTORES PARA SELECCIONAR LOS CONDUCTORES PARA MOTORES QUE NO SEAN DE SERVICIO CONTINUO.

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA.	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.			
	REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO EL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MINUTOS	20 Y 60 MINUTOS	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	32
INTERMITENTE: Ascensores y Montacargas, Maquinas-Herramientas, Bombas, Puentes Levadizos, O'givalorios, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco véase el artículo 518.12 U.T.I.E.)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, Hoquinos - para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200

Tabla 404.95

Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.8	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	44.0	22.0				
20	56.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también — normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden tener corriente a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.



Tabla 404.94

SECRETARIA DE ENERGIA,  
MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL

Corriente a plena carga en amperes de motores monofásicos de corriente alterna

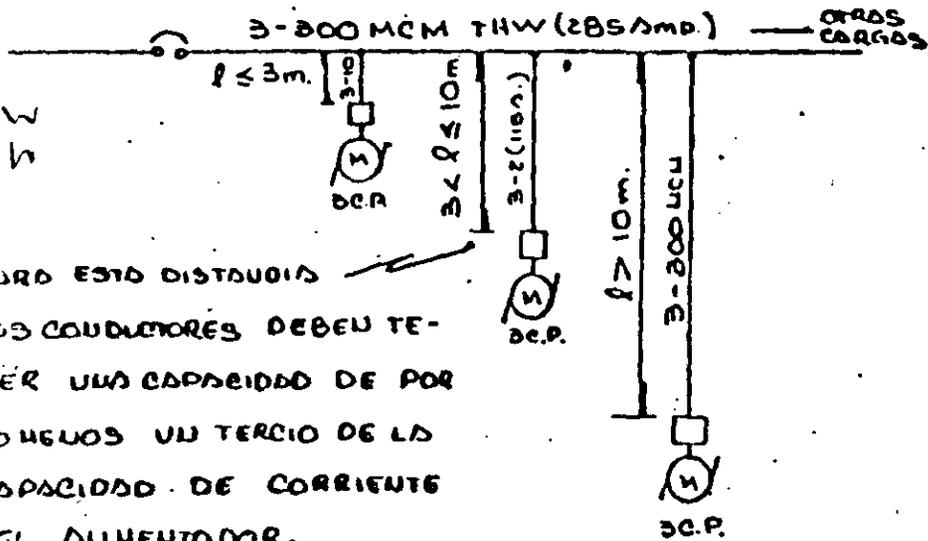
Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1½	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7½	72.0	42.0
10	91.0	52.0

DERIVACIONES DESDE UN ALIMENTADOR.

DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CORRIENTE NO MENOR QUE LA REQUERIDA POR LA CARGA - POR ALIMENTAR Y TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE.

EJEMPLO: MOTOR DE 3 C.P., 3 $\phi$ , 220V. y  
I<sub>p.c.</sub> = 8.1 Amp.



ORD ESTO DISTANCIA  
LOS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE POR LO MENOS UN TERCIO DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL ALIMENTADOR.

$$\frac{285}{3} = 95 \text{ Amp.}$$

80 3-2 (115A.) THW.  
MINIMO

- CONDUCTORES QUE ALIMENTAN MOTORES DE UN CIRCUITO DERIVADO

• LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN MOTORES, DEBEN TENER COMO MÍNIMO UNA CAPACIDAD IGUAL:

- LA SUMA TOTAL DE LAS CORRIENTES A PLENA CARGA DE TODOS LOS MOTORES MAS;
- EL 25 % DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR MAYOR.

• PARA CONDUCTORES QUE ALIMENTEN MOTORES CON SERVICIOS CONTINUO Y NO CONTINUO:

- DETERMINAR AMPERES NECESARIOS PARA CADA MOTOR DE SERVICIO NO CONTINUO CON BASE A LA TABLA 403. K.
- DETERMINAR AMPERES NECESARIOS PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO (100%).
- SE OBTIENE EL 25 % DE LA CAPACIDAD DEL MOTOR MAYOR CALCULADO EN a y b.
- SIENDO a, b y c. SE SELECCIONA EL CONDUCTOR.

SECRETARIA DE ENERGIA



- VARIOS MOTORES Y OTRAS CARGAS EN UN CIRCUITO DERIVADO.

- DOS O MAS MOTORES Y OTRAS CARGAS, PUEDEN PROTEGERSE CONTRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA POR EL MISMO DISPOSITIVO, BAJO ALGUNAS DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

a) HASTA 1 C.P.

DOS O MAS MOTORES CON POTENCIA INDIVIDUAL NO MAYOR DE 1 C.P. PUEDEN PROTEGERSE A NO MAS DE 20 AMPERS. SI LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE CADA MOTOR NO EXCEDE DE 5 AMPERS Y SU PROTECCION CONTRA SOBRECARGA ESTA CONFORME A LO ESTABLECIDO EN EL ART. 403.23.

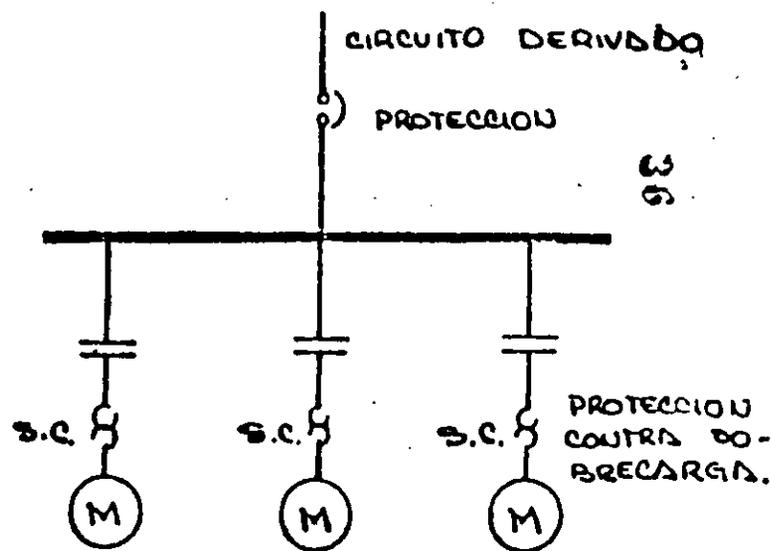
b) PROTECCION DEL CIRCUITO BASADA EN EL MOTOR DE MENOR POTENCIA.

SI LA PROTECCION DEL CIRCUITO DERIVADO NO ES MAYOR DE LO DERIVADO EN EL ART. 403.35, PARA EL MOTOR DE MENOR POTENCIA; SE PUEDEN CONECTAR DOS O MAS MOTORES Y OTRAS CARGAS CON SU RESPECTIVA PROTECCION INDIVIDUAL CONTRA SOBRECARGA.

c). OTROS CASOS.

PUEDEN CONECTARSE DOS O MAS MOTORES DE CUALQUIER POTENCIA, SIEMPRE Y CUANDO:

- CADA MOTOR TENGA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.
- QUE EL CIRCUITO DERIVADO ESTE PROTEGIDO POR FUSIBLES O POR UN INTERRUPTOR AUTOMATICO DEL TIPO DE TIEMPO INVERSO.
- EL DISPOSITIVO DE PROTECCION — CONTRA SOBRECARGA Y CONTROLADOR DE CADA MOTOR, DEBE ESTAR APROBADO PARA SU INSTALACION EN GRUPO.



## SUBSECCION E.

d) PARA LOS ARREGLOS ANTES DESCRITOS, LOS CONDUCTORES DE CUALQUIER DERIVACION QUE ABASTEZCA A UN SOLO MOTOR, NO NECESITAN DE PROTECCION INDIVIDUAL, BAJO CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- QUE LA CORRIENTE PERMISIBLE EN SUS CONDUCTORES NO SEA MENOR - QUE LA DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO DERIVADO.

- O QUE LA LONGITUD DE SUS CONDUCTORES NO EXCEDA DE 10 METROS Y CON CAPACIDAD DE CONDUCCION:

- NO MENOR DEL 125% DE LA I.P.C. DEL MOTOR,

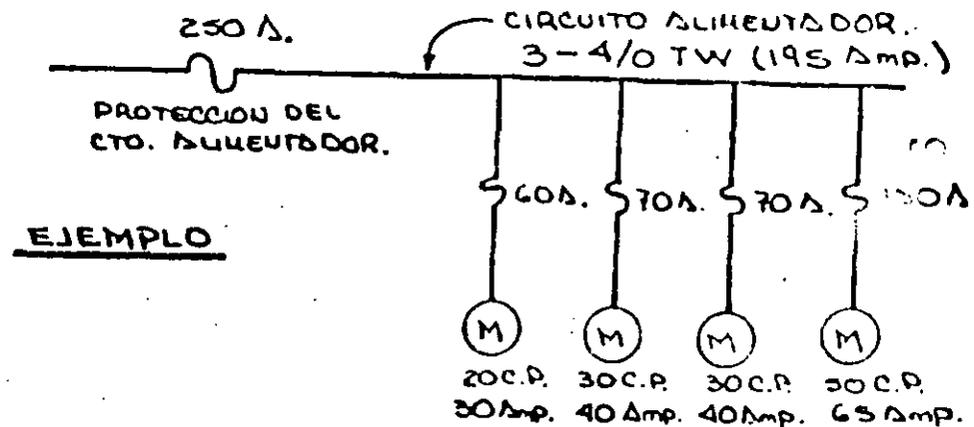
- NI MENOR QUE 1/3 DE LA CORRIENTE PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO DERIVADO.

PROTECCION DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES CONTRA CORTOCIRCUITOS O FALLAS A TIERRA.

- LA CAPACIDAD DE ESTA PROTECCION NO DEBE EXCEDER:

- DEL VALOR DE LA PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS DEL CIRCUITO DERIVADO CORRESPONDIENTE AL MOTOR DE MAYOR POTENCIA, MAS LA SUMA DE LAS CORRIENTES A PLENA CARGA DE LOS DEMAS MOTORES. (VER EJEMPLO)

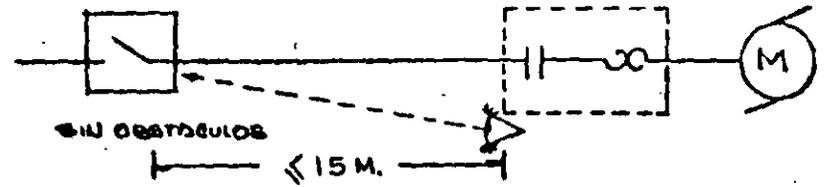
- CUANDO SE PREVEN FUTUROS AUMENTOS DE CARGA, LA CAPACIDAD DE ESTA PROTECCION PUEDE ESTAR BASADA EN EL 125% DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES DE DICHS ALIMENTADORES.



EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE CUMPLIR CON:

- TENER UNA CAPACIDAD  $\geq 115\%$   $I_{sc}$  DEL MOTOR
- INDICAR LA POSICION DE ABIERTO Y CERRADO
- PUEDE DESCONECTAR EL CONDUCTOR DE TIERRA SOLO SI DESCONECTA SIMULTANEAMENTE TODO LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO
- DEBE DESCONECTAR TANTO AL MOTOR COMO AL CONTROLADOR:

EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE ESTAR A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR Y SER ACCESIBLE:

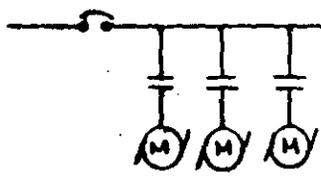


CADA MOTOR DEBE CONTAR CON SU PROPIO MEDIO DE DESCONEXION.

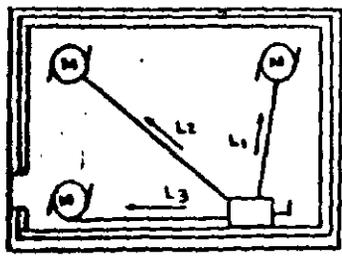
EXCEPTO SI:



VARIOS MOTORES FORMAN PARTE DE UNA BOLA LIQUIDA.

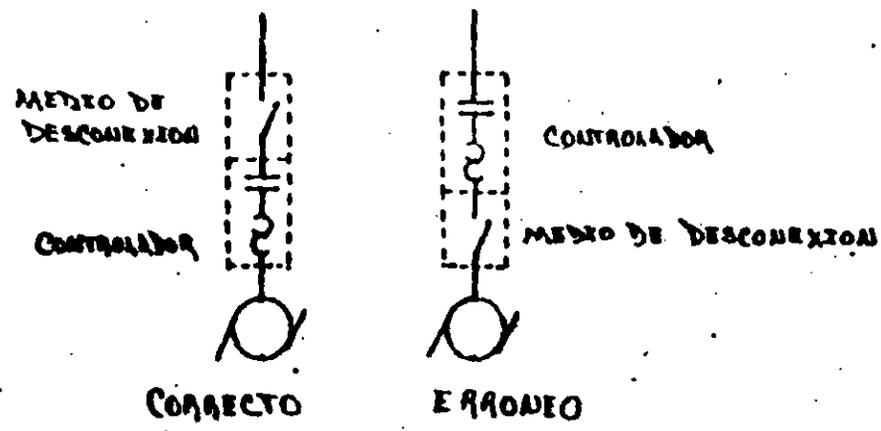


VARIOS MOTORES ESTAN PROTEGIDOS POR UNA SOLA PROTECCION CONTRA CORTO-CIRCUITOS.



ESTAN EN UN MISMO LOCAL Y SON VISIBLES DESDE EL DESCONECTADOR.

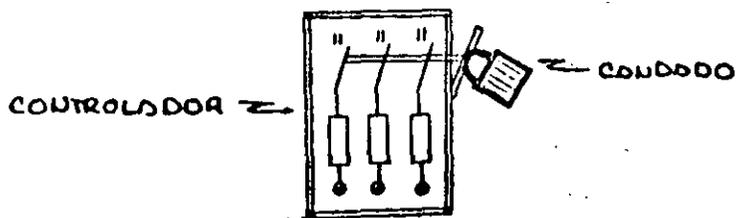
$L_1, L_2, L_3 \leq 15$  METROS.



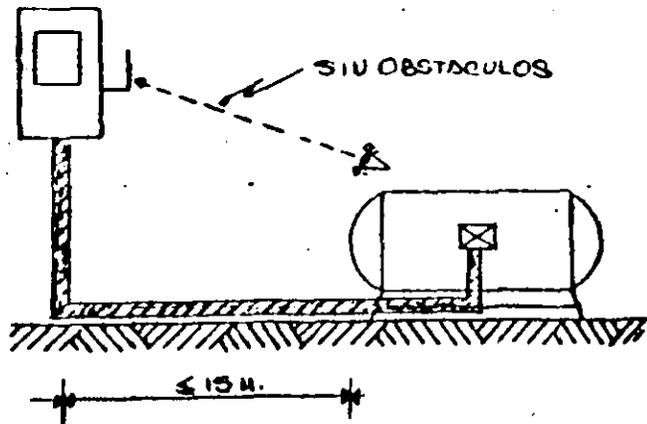
- PUEDE ESTAR ALOJADO EN LA MISMA CUBIERTA QUE EL CONTROLADOR.

MOTOR QUE NO ESTA A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR, DEBE REUNIR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES.

- DISPOSITIVOS PARA ASEGURAR EN LA POSICION DE ABIERTO AL CONTROLADOR.



- MEDIO DE DESCONEXION A LA VISTA DEL MOTOR.

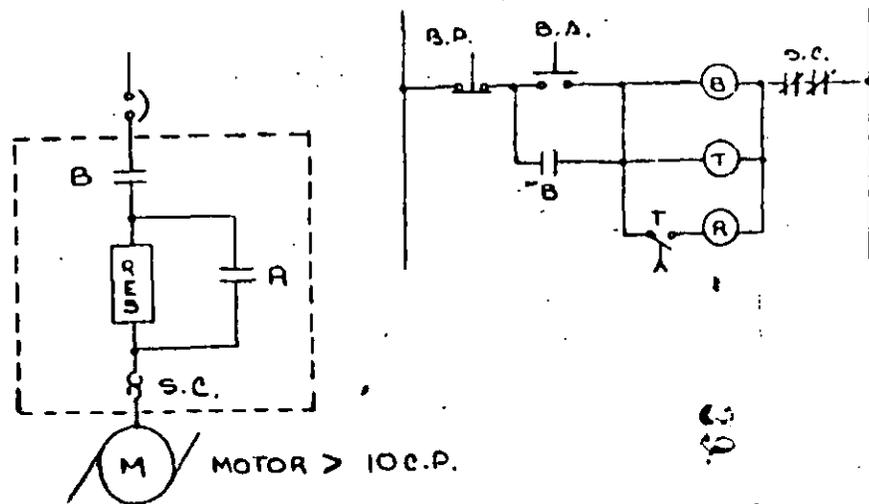


REDUCCION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE EN BAJA TENSION.

ACOMETIDAS EN BAJA TENSION.

LOS MOTORES MAYORES DE 10 C.P. DEBEN TENER UN CONTROLADOR QUE REDUZCA LA CORRIENTE DE ARRANQUE.

EJEMPLO:



ACOMETIDAS EN ALTA TENSION.

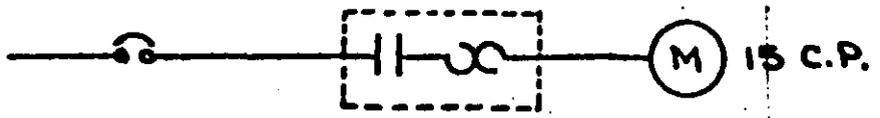
EN SISTEMAS SUMINISTRADOS A TRAVES DE SUBESTACIONES CON CAPACIDAD SUFICIENTE, PUEDEN USARSE CONTROLADORES A TENSION PLENA EN MOTORES DE CUALQUIER CAPACIDAD.

SUBSECCIONES F y G. (E) (D)

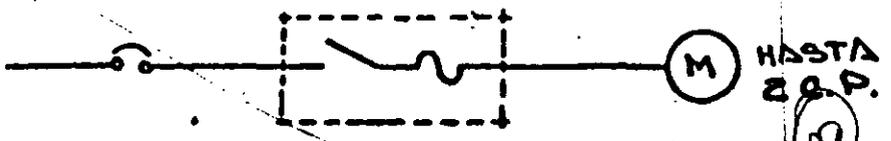
CONTROLADORES DE MOTORES.

ESTE DISPOSITIVO QUE SE UTILIZA PARA ARRANCAR Y PARAR UN MOTOR PUEDE SER:

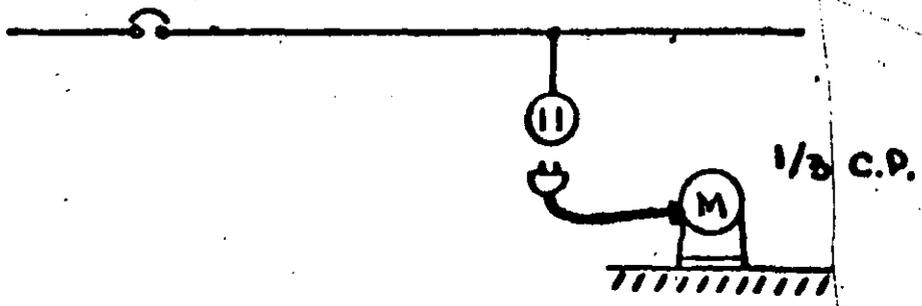
- ARRANCADOR MAGNETICO.



- INTERRUPTOR DE NAVAJAS.



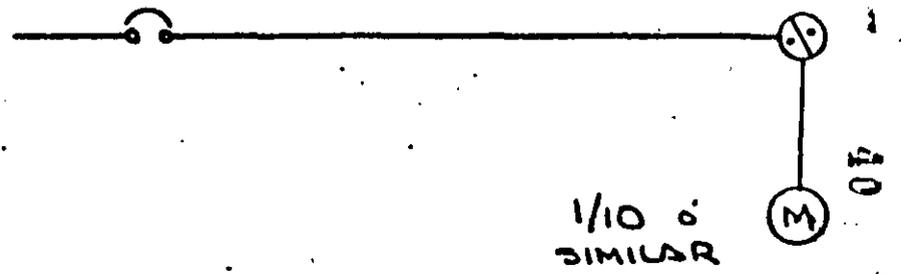
- CLAVIJA Y CONTACTO.



- PROTECCION DEL CIRCUITO.



- POR APAGADOR.



- CAPACIDAD DE CONTROLADORES.

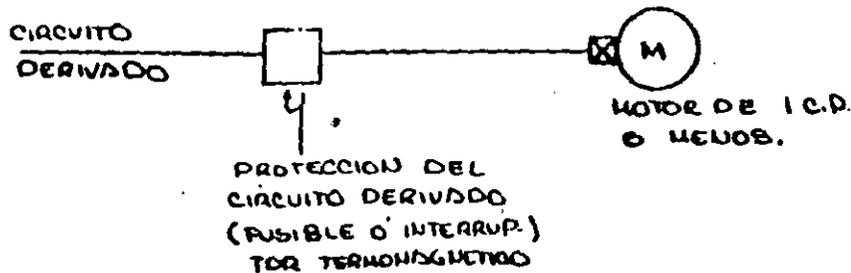
• NO DEBE SER MENOR QUE LA CAPACIDAD DEL MOTOR QUE VA A CONTROLAR.

• INTERRUPTORES DE NAVAJAS PUEDE USARSE COMO CONTROLADORES DE MOTORES DE HASTA 2 C.P. Y 300 VOLTS ENTRE LINEAS.

CAPACIDAD MINIMA  $\geq 2 I_{pc}$  MOTOR

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

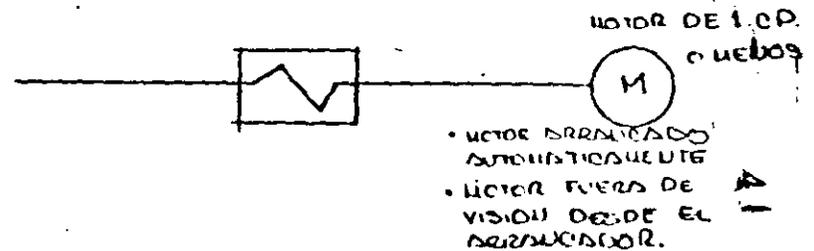
- PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO DE MAS DE 1 C.P., SU VALOR NO DEBE EXCEDER DEL 125% DE LA I<sub>PN</sub> DEL MOTOR.
- SI EL CRITERIO ANTERIOR RESULTA INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR, O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO; PUEDE UTILIZARSE EL TAMAÑO SUPERIOR SI NO EXCEDE DEL 140% DE LA I<sub>PN</sub> DEL MOTOR.
- DE UN CABALLO DE POTENCIA O MENOS, (ARRANQUE MANUAL). PARA SERVICIO CONTINUO Y ESTE A LA VISTA DEL PUNTO DONDE SE EFECTUA SU ARRANQUE, SE CONSIDERA PROTEGIDO CONTRA SOBRECARGA POR LA PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO DEL CIRCUITO DERIVADO.



SI NO ESTA A LA VISTA DESDE EL ARRANCADOR, DEBE PROTEGERSE COMO UN MOTOR DE MAS DE 1 C.P. EXCEPTO EN EL CASO QUE LA IMPEDANCIAS DE LOS DEVIADOS SE TAL, QUE PREVENGA UN SOBRECALIENTAMIENTO DEBIDO A FALTA EN EL ARRANQUE.

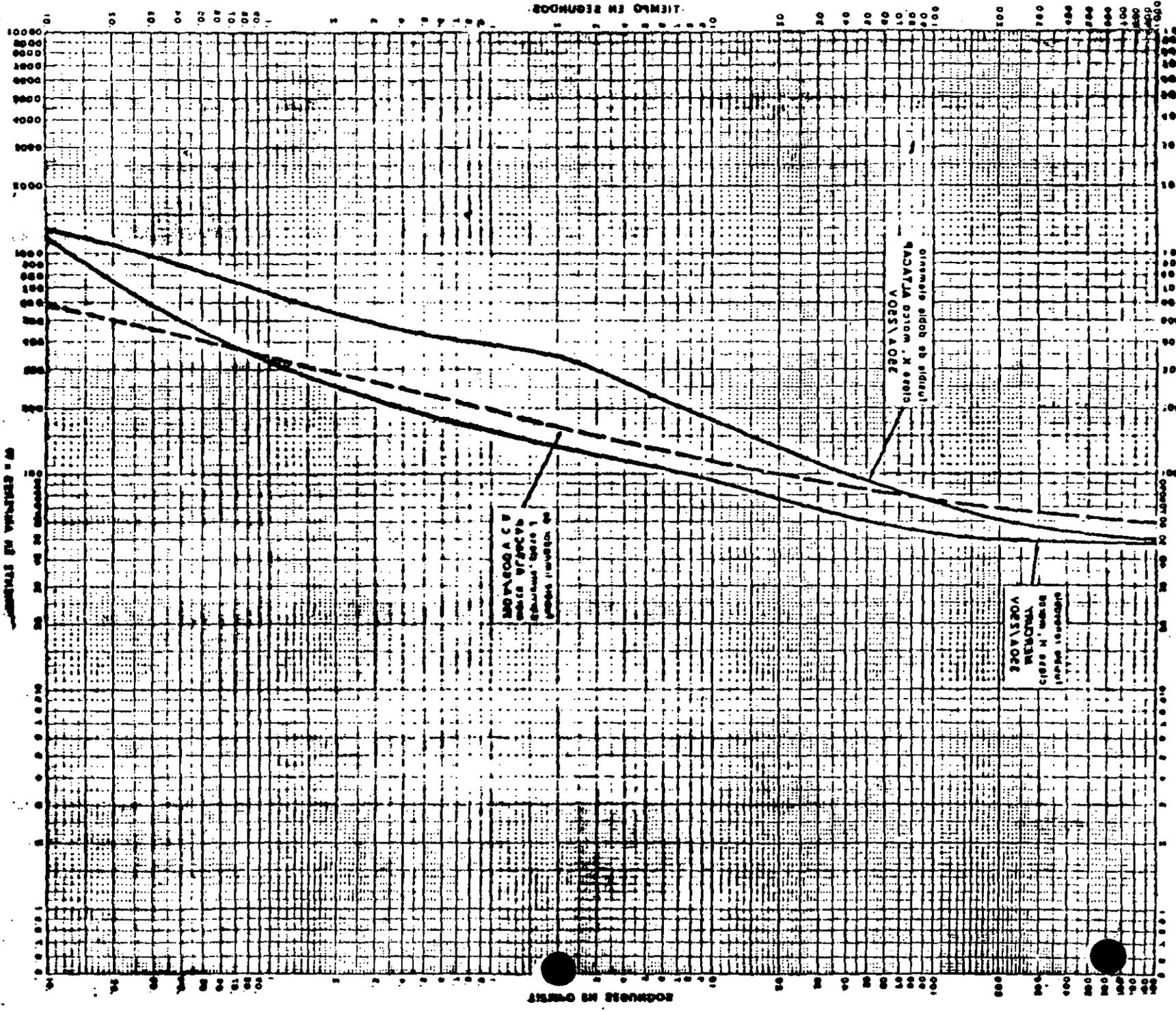
MOTORES DE 1 C.P. O MENOS (ARRANQUE AUTOMATICO).

DEBEN PROTEGERSE CONTRA SOBRECARGA IGUAL QUE LOS MOTORES DE MAS DE 1 C.P.



MOTORES DE SERVICIO NO CONTINUO.

NO REQUIEREN PROTECCION CONTRA SOBRECARGA. Y SE CONSIDERAN PROTEGIDOS POR EL DISPOSITIVO CONTRA CORTO CIRCUITO DEL CTO. DERIVADO.



TIEMPO EN SEGUNDOS  
 VOLUMEN EN CM3

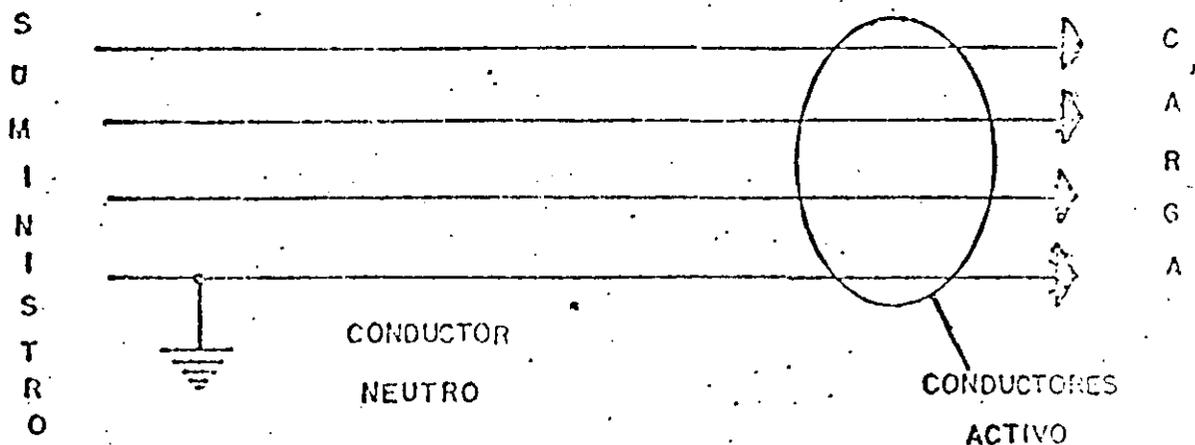
42



X. - SISTEMA DE TIERRAS

	PAGINA
- CONEXION A TIERRA DE SISTEMAS ELECTRICOS	2
- SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA	7
- SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA	8
- PUESTA A TIERRA DE LAS PARTES METALICAS - NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE	13
- ELECTRODOS DE TIERRA	19
- PUENTE DE UNION	23

10.1.- CONEXION A TIERRA DEL SISTEMAS ELECTRICOS



CONEXION A TIERRA DEL SISTE-

OBJETIVOS: MA ELECTRICO

- \_ Limitar las sobretensiones causadas por los rayos.
- \_ Limitar las sobretensiones transitorias internas - (switchco,maniobras,etc,)
- \_ Evita las sobretensiones causadas por contacto con lineas de mayor tension.
- \_ Limita la tension a tierra ( seguridad para el personal, el usuario y los aparatos de la instalacion)
- \_ Facilita la operacion de las protecciones contra fugas a tierra. - Ver Figura 10.1.1 y 10.1.2.

# IMPORTANCIA DE LA CONEXION A TIERRA

## EQUIPOS NO CONECTADOS A TIERRA 48

INTERRUPTOR NO OPERA

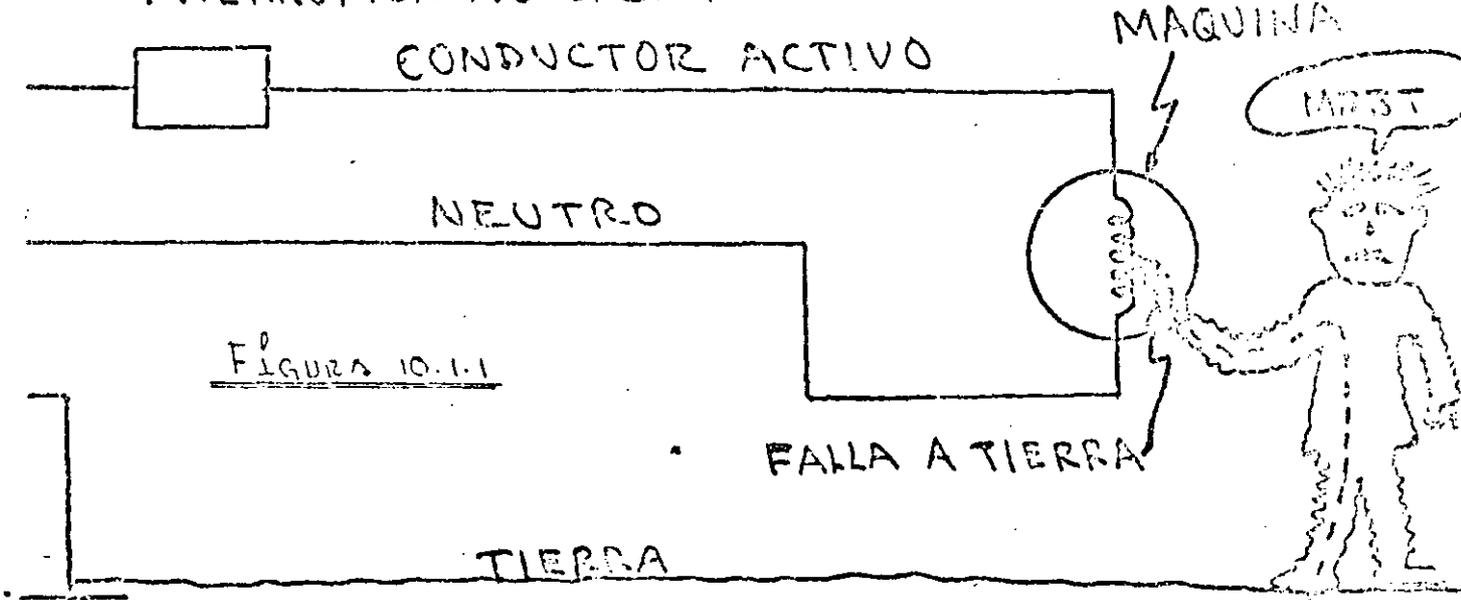


FIGURA 10.1.1

CONEXION A TIERRA  
EN LA ACOMETIDA

CORRIENTE DE FUGA A TIERRA  
PELIGRO DE MUERTE

## EQUIPOS CONECTADOS A TIERRA

INTERRUPTOR OPERA

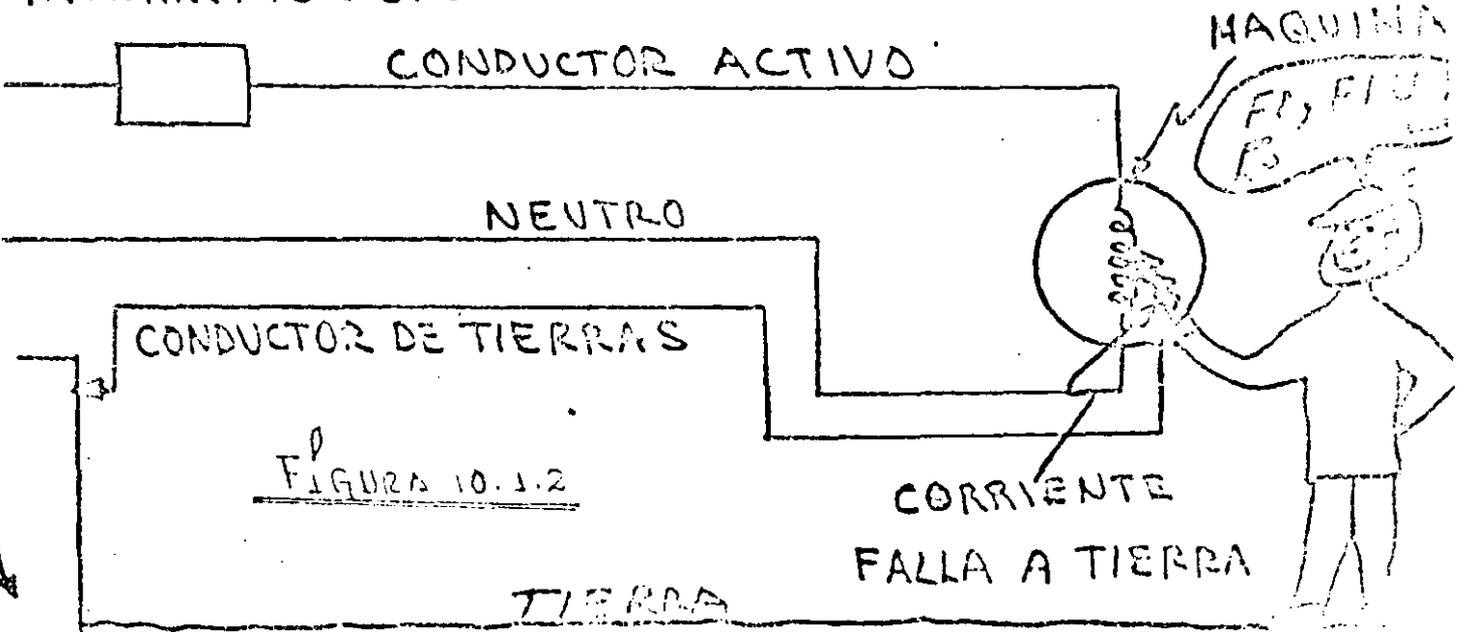


FIGURA 10.1.2

NO EXISTE CORRIENTE DE  
FUGA A TIERRA  
NO HAY PELIGRO

10.2. - La conexión a tierra de los sistemas debe hacerse de tal forma que no circulen corrientes inconvenientes por los conductores de puesta a tierra. Artículo 206.11.

- . No deben considerarse como inconvenientes a las corrientes momentáneas de descarga a tierra, cuando los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección.

10.3. - En un sistema secundario de suministro puesto a tierra, cada servicio individual debe tener una conexión a tierra a un electrodo de tierra. Artículo 206.13.

- . Esta conexión debe hacerse en la entrada del servicio, en el lado de abastecimiento del medio de desconexión principal y no en el lado de la carga. Ver Figuras 10.3.1 y 10.3.2

- . Es recomendable interconectar al electrodo mencionado anteriormente, el conductor puesto a tierra del sistema de suministro.

# CONEXION A TIERRA DE VARIOS SERVICIOS

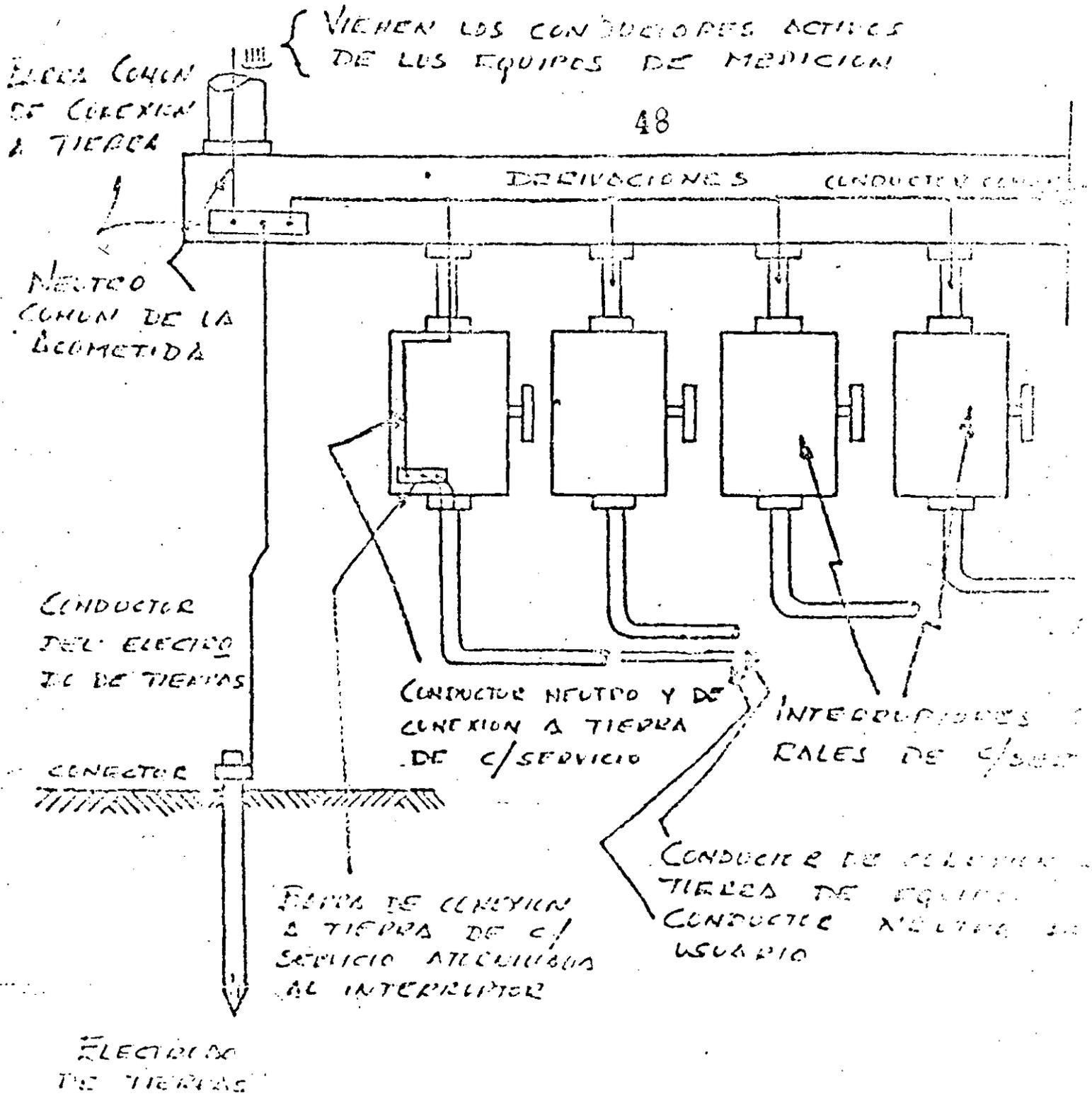
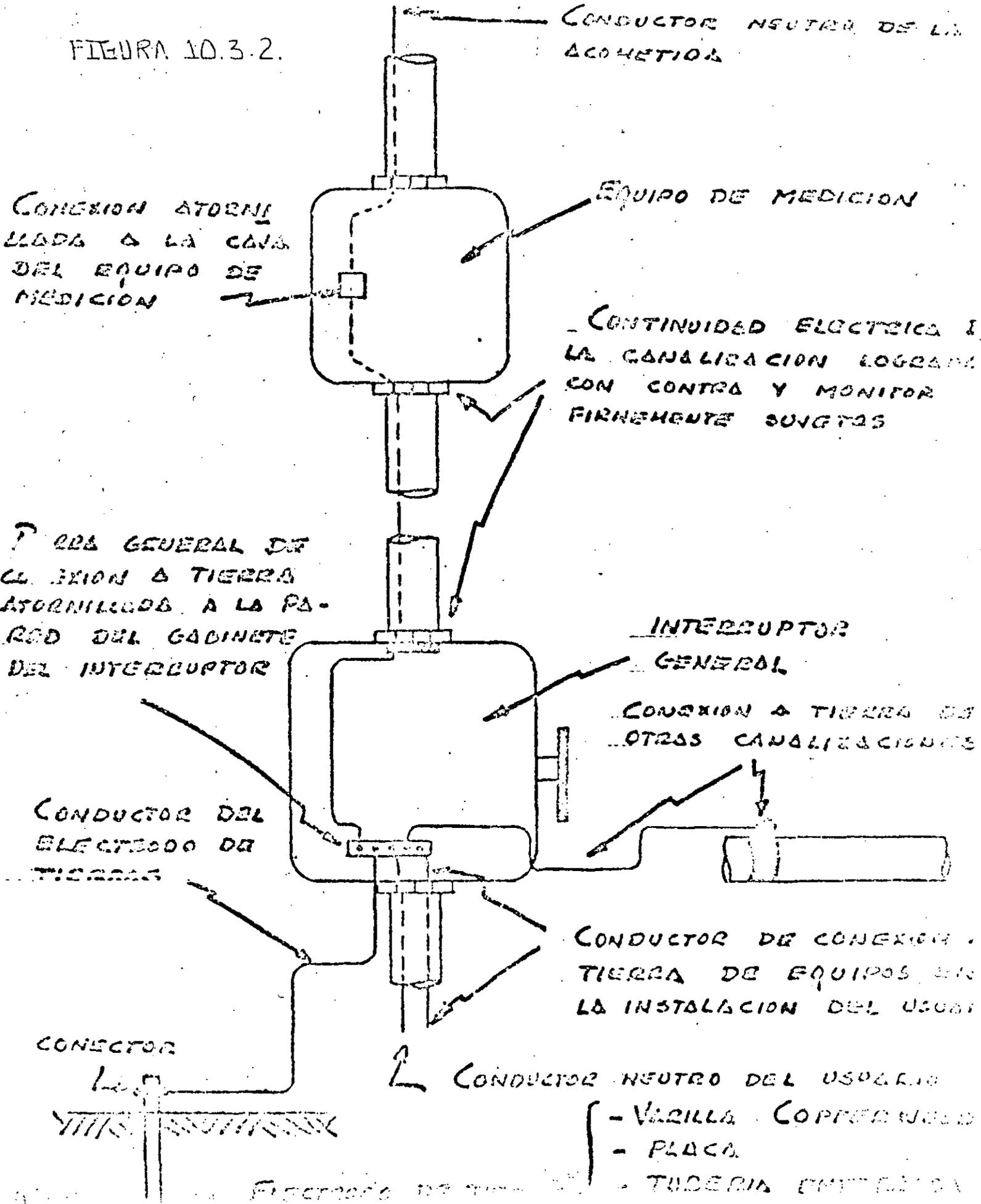


FIGURA 10.3.1.

FIGURA 10.3.2.

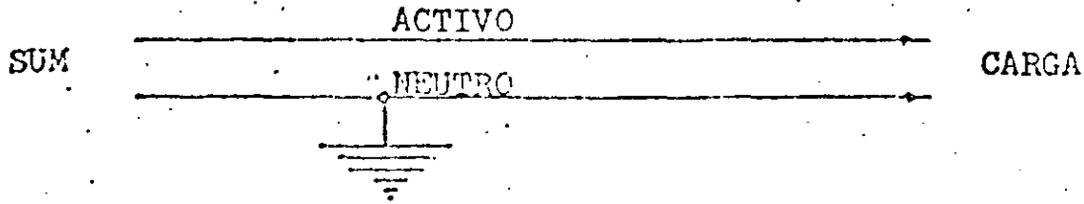


10.4-ART. 206.5 SISTEMAS QUE REQUIEREN CONECTARSE A TIERRA. - C. A.

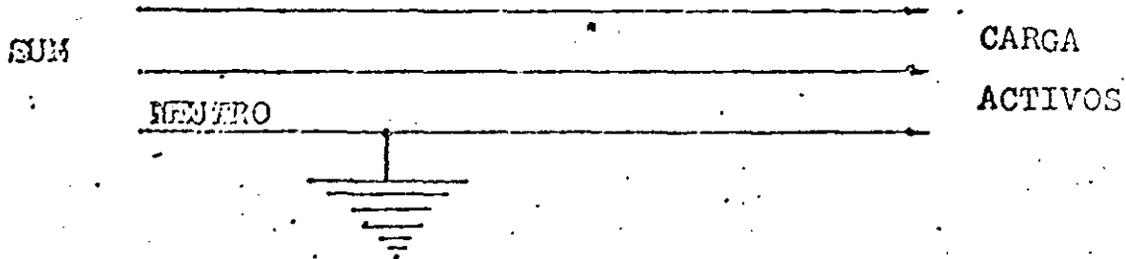
a). - Sistemas de 50 hasta 1000 Volts

50

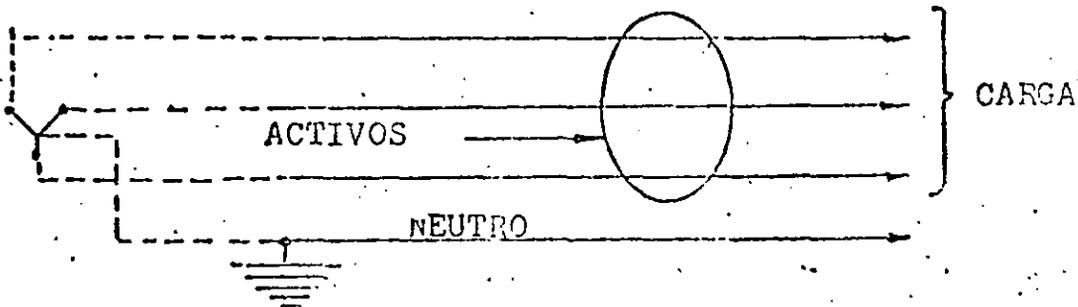
SISTEMA MONOFASICO 127 V (1  $\phi$ , 2H)



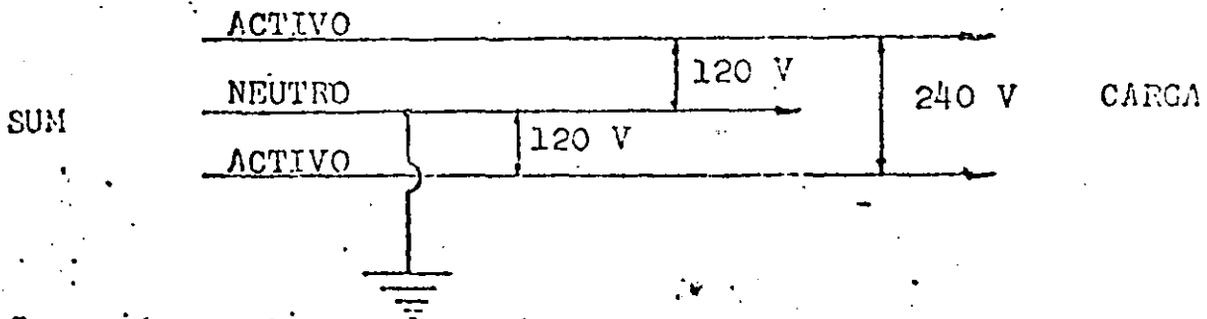
SISTEMA BIFASICO 220 V (2  $\phi$ , 3H)



SISTEMA TRIFASICO ESTRELLA DE 220 V, 440 V y 480 V



SISTEMA MONOFASICO 240/120 V (1  $\phi$  3H)



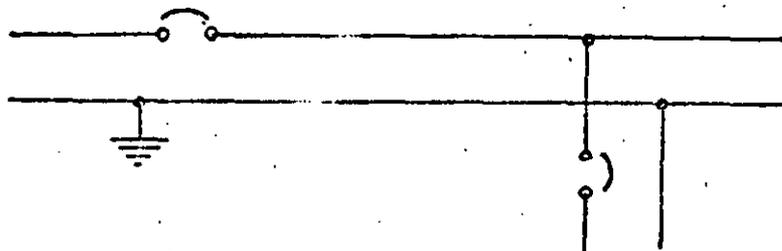
Excepción. - Sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos industriales de fundición, refinado, etc., - no requieren ser puestos a tierra.

b). - Sistemas de más de 1000 Volts. - solamente si alimentan equipo portátil. 51

c). - Una instalación de utilización que tenga un conductor puesto a tierra, solo puede conectarse eléctricamente a una red de alimentación que tenga, a su vez, un conductor puesto a tierra. Los dos conductores deben estar conectados entre sí.

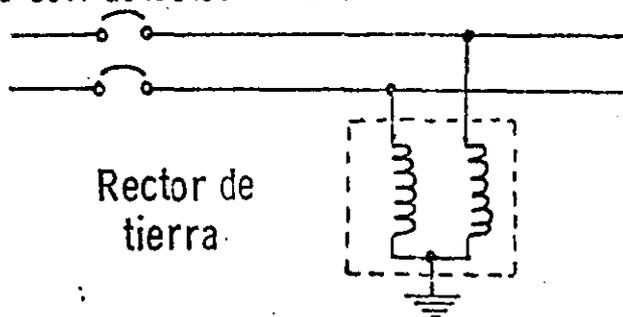
10.5.- Los sistemas de corriente directa que deben conectarse a tierra son:  
(Artículo 206.4).

a). - Sistemas de 2 hilos.



Excepto bajo los siguientes casos:

- Equipo con detector a tierra:



Sistema de equipo industrial en una area limitada

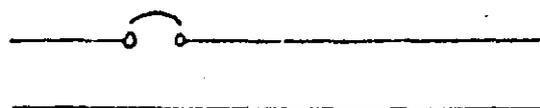
Reactor de tierra

- Sistemas de 50 Volts ó menos entre conductores:



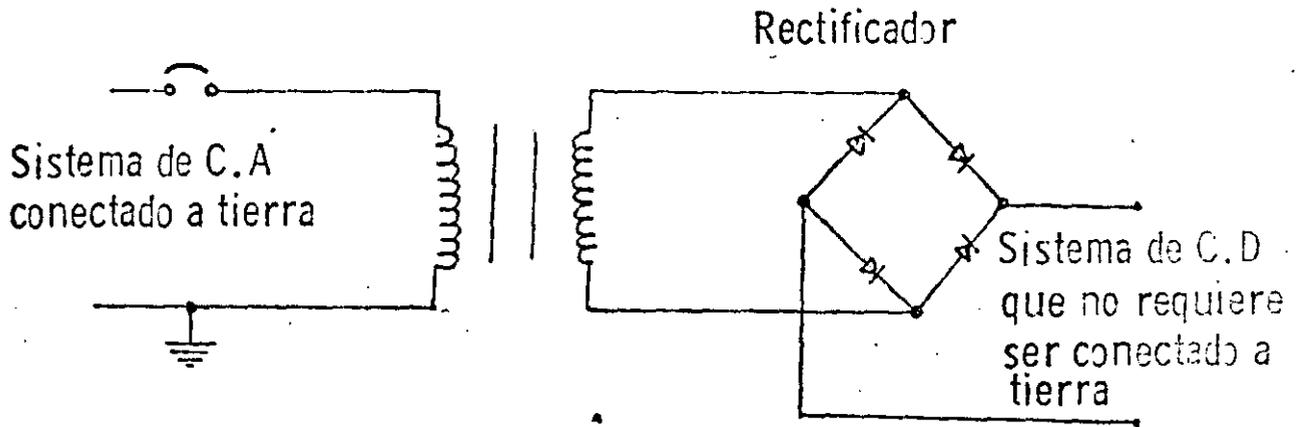
50 Volts o menos entre conductores

- Sistemas sobre 300 Volts entre conductores:



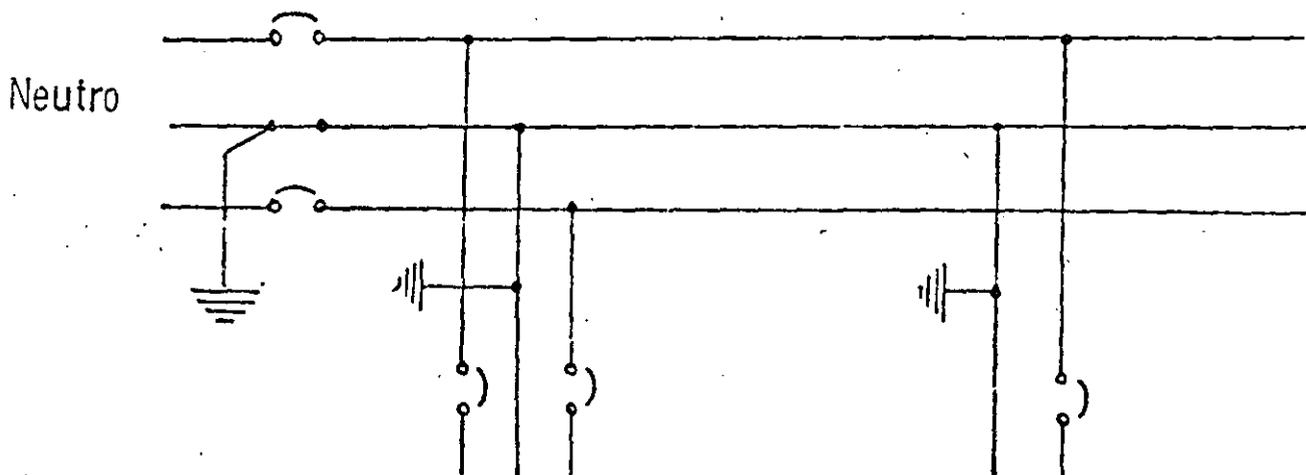
Más de 300 Volts entre conductores

- Los rectificadores para un sistema de corriente directa derivado de un sistema de corriente alterna.



b) .- Sistemas de tres hilos.

El conductor neutro de este sistema, en una red de distribución debe conectarse a tierra, junto con las derivaciones que este conductor abastezca.



10.6. - Circuitos que no deben estar conectados a tierra. Artículo 206.6

- 53

a). - Circuitos que alimenten a los conductores de contacto de grúas viajeras ó equipo similar - ubicadas en lugares de clase III de la Sección 501. - (Fibras o pelusa combustible).

b). - Circuitos de menos de 50 Volts.

Excepto si se alimentan de un transformador cuyo primario está conectado a una tensión mayor de 150 Volts a tierra.

10.7. - El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente directa, no debe ser más delgado que el de mayor calibre utilizado en el mismo sistema. Artículo 206.56

En ningún caso el conductor de puesta a tierra debe ser más delgado que el calibre # 8 AWG. de cobre.

10.8. - El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna no debe ser menor que el indicado a continuación para conductores de cobre. TABLA I - Artículo 206.57

Si se trata de otro material, su resistencia eléctrica no debe ser mayor que la equivalente al conductor de cobre correspondiente.

Calibre del conductor más grande de la acometida (o del alimentador general del servicio)

Calibre del conductor del electrodo de tierra.

AWG ó MCM (cobre)

AWG ó MCM (cobre)

2 ó menor

8

1/0

6

2/0 a 3/0

4

4/0 a 350 MCM

2

400 a 600 MCM

1/0

Más de 600 MCM a 1100 MCM

2/0

Más de 1100 MCM

3/0

Ver ejemplo 10.8.a y 10.8.b

10.9. - Conductor del electrodo de tierra. - Artículo 206.54 a) ver figura 10.3.1.

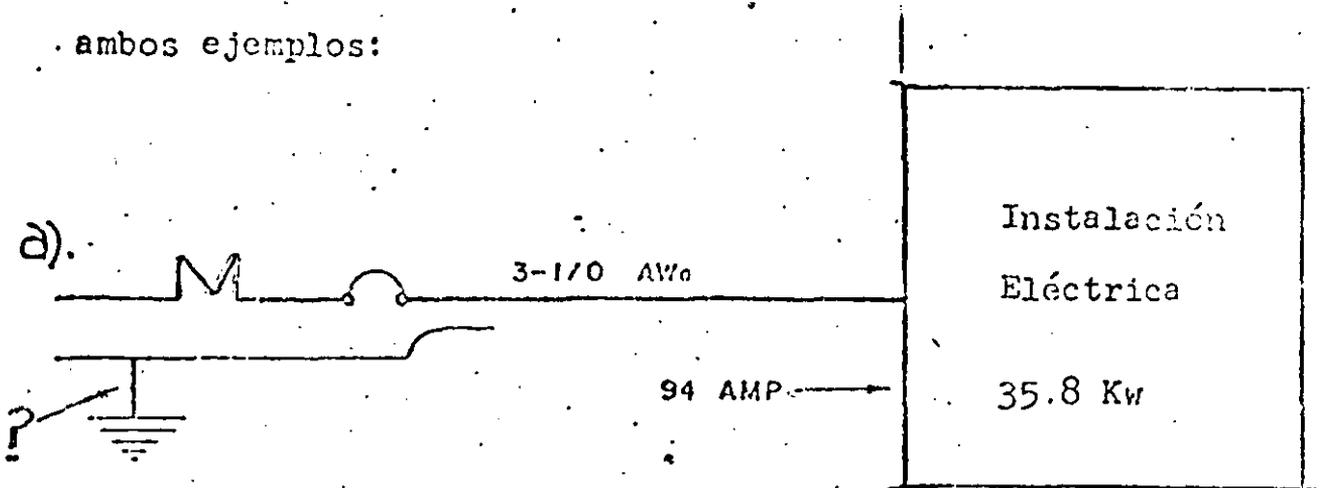
Debe ser:

- De cobre
- De cualquier otro material conductor que no se corroa fácilmente.

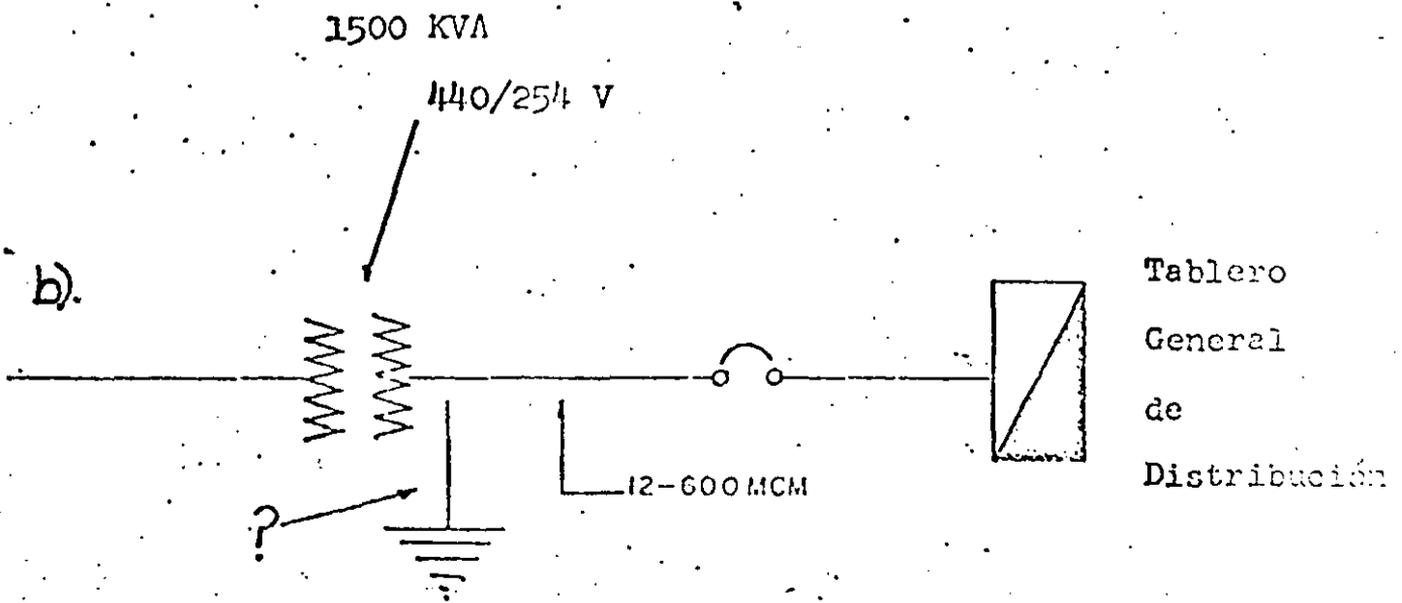
Puede ser:

- Sólido
- Trenzado
- Aislado
- Desnudo

Seleccionar el conductor de conexión a tierra del sistema de ambos ejemplos:



Conductor seleccionado = 6 como mínimo



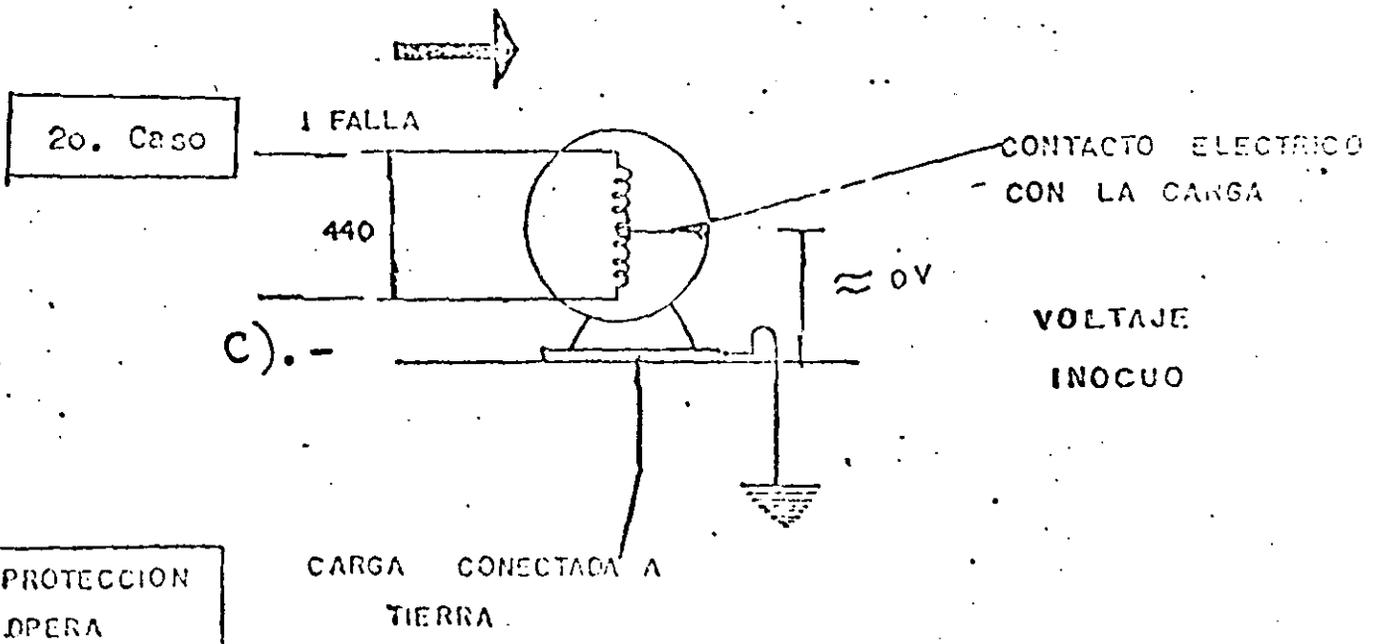
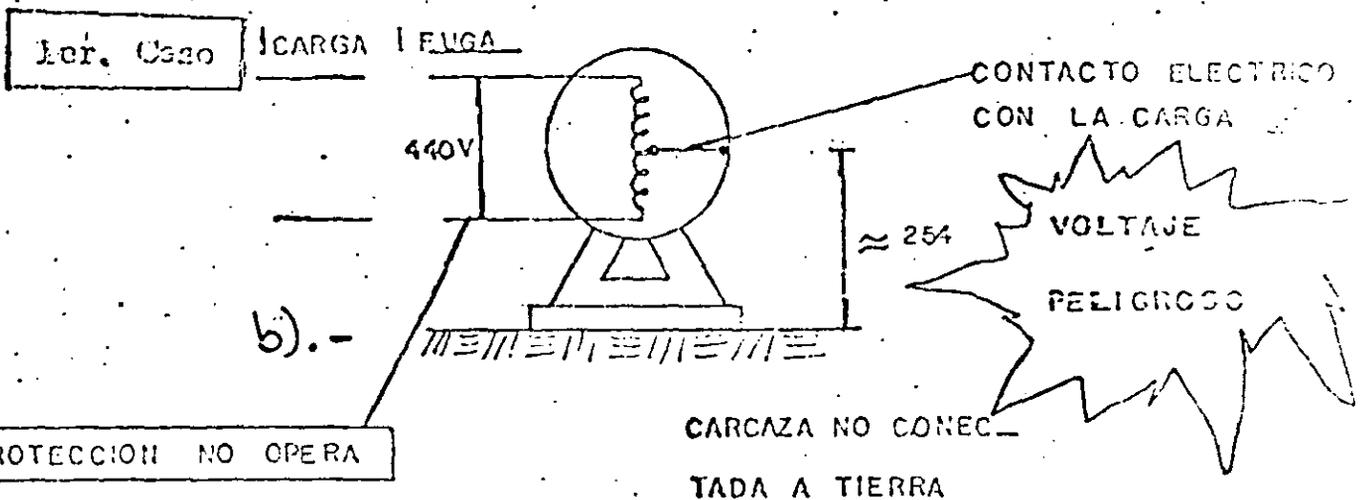
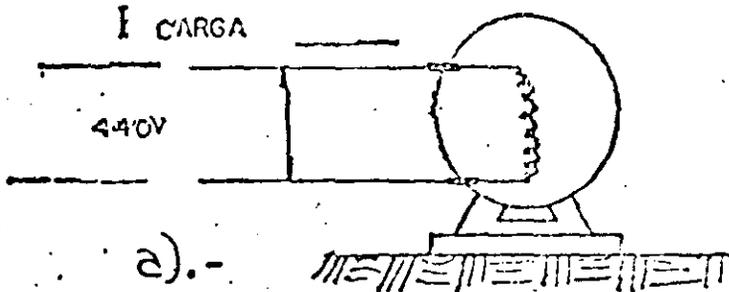
4-600 MCM/ fase = 2400 MCM/ fase

Conductor seleccionado = 3/0 como mínimo

Objetivo Principal:

56

Evitar que, sobre partes expuestas exista un potencial elevado peligroso



No deben hacerse conexiones ni empalmes en el conductor del electrodo de tierra.

57

10.10. - Puesta a tierra de canalizaciones metálicas. - Artículo 206.21

- Tuba Conduit
- Ducto con tapa
- Electroducto
- Charola
- Armadura de Cables

10.11. -Puesta a tierra de quipo. - Artículo 206.26 y 206.27. fig. 10.11

- Tensión mayor de 150 Volts a tierra.
- Equipo en lugares húmedos o mojados
- Equipos en áreas peligrosas
- Elevadores y Gruas
- Armazones de Generadores
- Tableros de piso y pared
- Anuncios luminosos
- Cubiertas, resguardos o divisiones metálicas.
- Equipos de proyección cinematográfica del tipo profesional
- Cuando dichas partes se encuentren dentro de una distancia de 2.50 metros, verticalmente, o de 1.50 metros, horizontales, con respecto a tierra u objetos metálicos puestos a tierra y estén expuestas a contacto de personas.

10.12. - Equipo conectado mediante cordón y clavija. Artículos 206.29, -  
202.10.

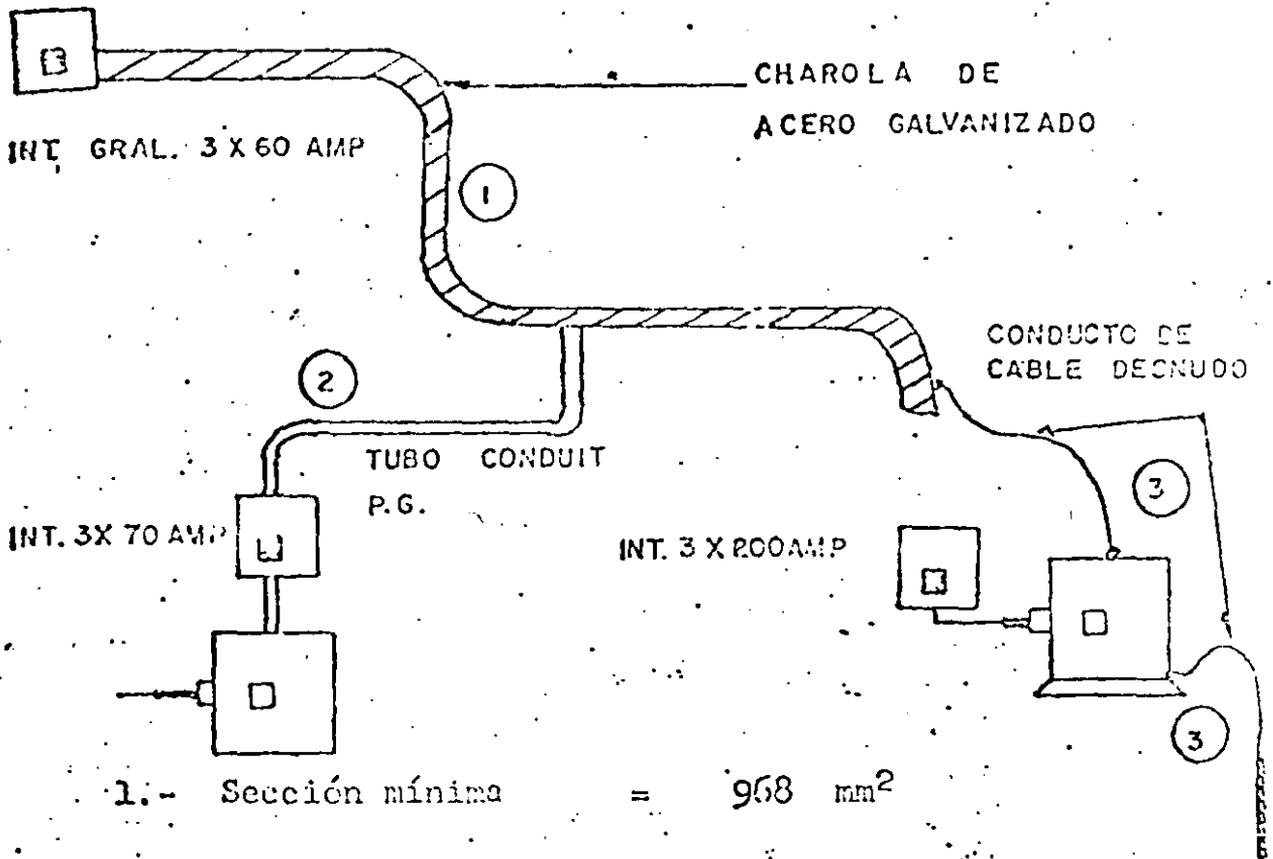
Los contactos que se emplean para la conexión de aparatos descritos posteriormente, deben ser del tipo de puesta a tierra. Ver figura 10.12.1.

- . Equipos de más de 150 Volts a tierra.
- . En lugares húmedos y mojados.
- . En lugares clasificados como peligrosos.
- . Refrigeradores y congeladores.
- . Aire acondicionado.
- . Lavadoras y secadoras de ropa.
- . Máquinas Lavaplatos.
- . Taladros, esmeriles y sierras.
- . Segadoras de pasto.
- . Pulidoras de piso.

10.13. - El conductor de puesta a tierra de los equipos, puede estar - -  
constituido por alguno de los medios siguientes: Artículo - -  
206.54.

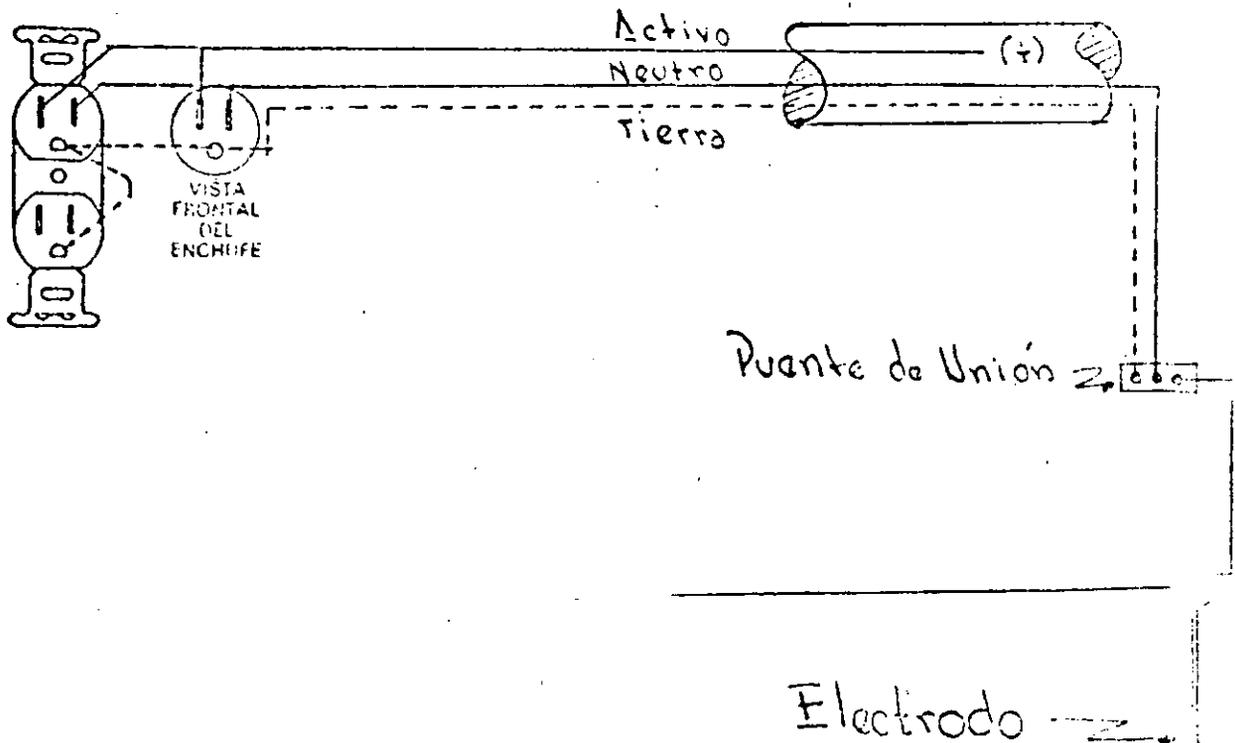
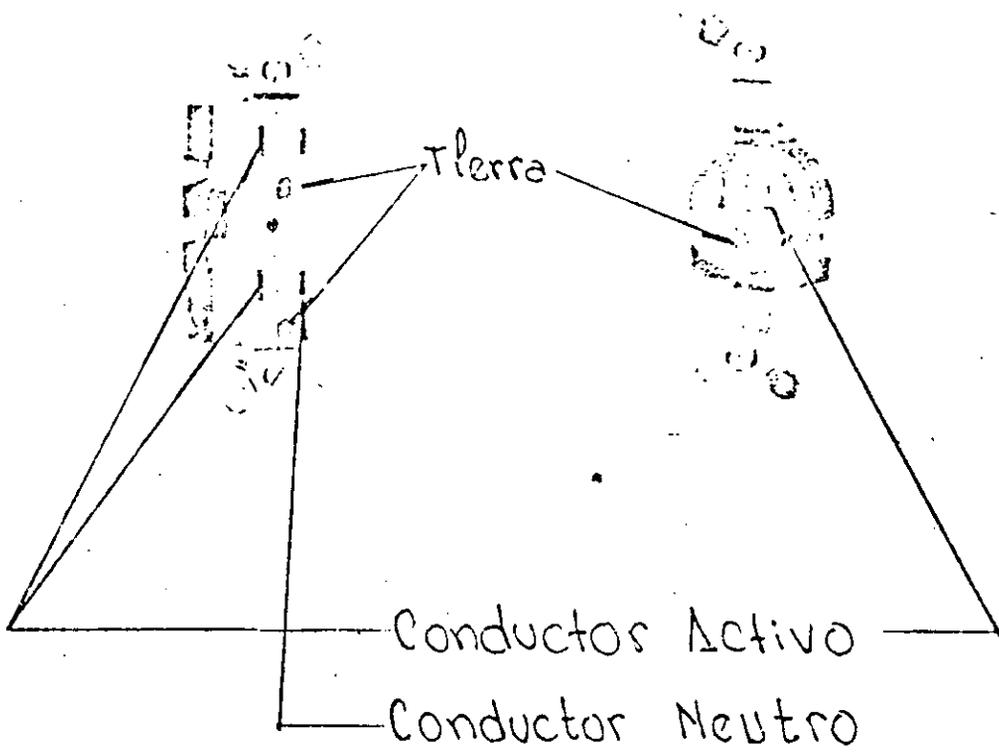
Ejemplos: 10.11.1

Seleccionar el conductor de puesta a tierra del equipo .



- 1.- Sección mínima = 968 mm<sup>2</sup>
- 2.- Diámetro mínimo = 25 mm  $\phi$
- 3.- Calibre mínimo = 6 AWG

FIGURA 10.12.1



## a). - Conductores

- . De cobre
- . De otro material que sea resistente a la corrosión.

## - Puede ser:

- . Sólidos (Alambre o barra)
- . Trenzado
- . Aislado
- . Desnudo

## b). - Canalizaciones metálicas (aprobadas), excepto tubería flexible.

- . Charolas
- . Tubo metálico rígido
- . Ductos y electroductos.

## c). - La cubierta metálica de cables blindados.

## 10.14. - instalación. - Artículo 206.55.

- Deben ser eléctricamente continuos, desde el punto de unión a las cubiertas ó equipos hasta el electrodo de puesta a tierra.

- Los conductores de puesta a tierra deben alojarse dentro de las canalizaciones donde viajan los activos.

62

EXCEPCION: En los circuitos de C. D. puede ir separado este conductor de puesta a tierra. Artículo 206.54.

10.15. - El conductor de puesta a tierra de los equipos no debe ser menor al indicado en la tabla II anexa. - Artículo 206.58

10.15. - Electrodo de Tierra. - Subsección G. -

a). - Electrodo Naturales. (Ver Figura 10.16.1)

- . Tubería de agua fría. - Debe ser metal continua subterránea, no menor de 3 metros. - Artículo 206.46.
- . Estructura metálica de un edificio si esta efectivamente puesta a tierra. - Artículo 206.47 a).
- . Tubería metálica de revestimiento de un pozo profundo. - Artículo 206.47 c).

b). - Electrodo Artificiales. - Artículo 206.48. Ver Figura 10.16.2

- . Electrodo de Placa
- . Electrodo de Tubo
- . Electrodo de Barra

10.17. - Resistencia de Electrodo Artificiales. - Artículo 206.49

- . No debe ser mayor de 25 Ohms.

10.18 - Medios de conexión a electrodos. - Artículo 206.71.

El conductor del electrodo de tierra debe unirse con:

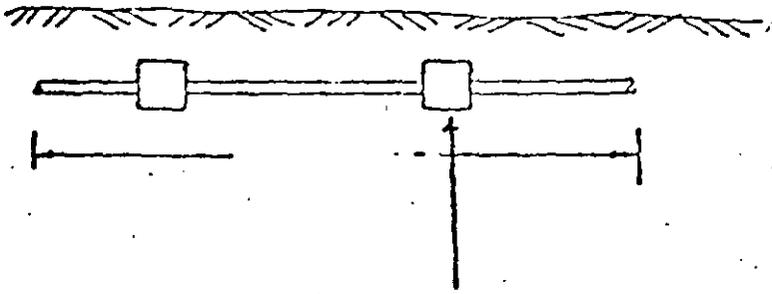
T A B L A II

CALIBRE DE CONDUCTORES Y SECCION DE CANALIZACIONES PARA PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS NO PORTADORAS DE CORRIENTE.

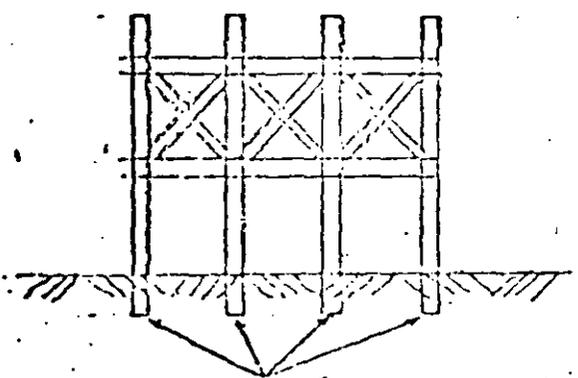
valor de la protección antes del equipo que requiere conectarse a tierra. no mayor de (amps)	calibre del conductor de puesta a tierra AWG o MCM	TUBOS CONDUCTORES.		CHAROLAS METALICAS	
		P.G. mm	P.D. mm	Acero mm <sup>2</sup>	Aluminio mm <sup>2</sup>
20	14	13	13	129	129
30	12	13	13	129	129
60	10	13	13	129	129
100	8	13	13	285	129
	6	19	25	452	129
200	4	19	32	645	258
400					63
600	2	25	32	968	258
800	1/0	25	51	para circuitos	387
1000	2/0	32	51	mayores de 600	387
1200	3/0	32                      51 para circuitos mayo- res de 1200 amp. no es recomendable el uso de tubos.		amp. no es reco- mendable el uso de charolas de acero.	645
1600	4/0				968
2000	250				1290
2500	350				
3000	400				

Electrodos naturales

tubería metálica subterránea de agua.

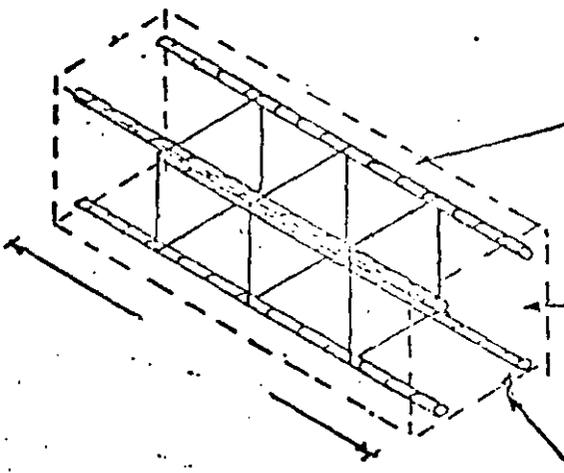


checa continuidad entre tramos



estructura metálica de un edificio

conexión efectiva a tierra



varillas de refuerzo de una cimentación.

CONCRETO

VARILLA DE 13 mm  $\phi$  (1/2")

- Tubería metálica de revestimiento de un pozo profundo.
- Cañerías metálicas de drenaje
- Tanques metálicos enterrados.

. Una abrazadera, de bronce, latón o fierro colado

. Un accesorio para tubo.

65

10.19. - Puente de Unión. - Artículo 206.42 - Ver Figura 10.19.1

Deben ser:

. De cobre

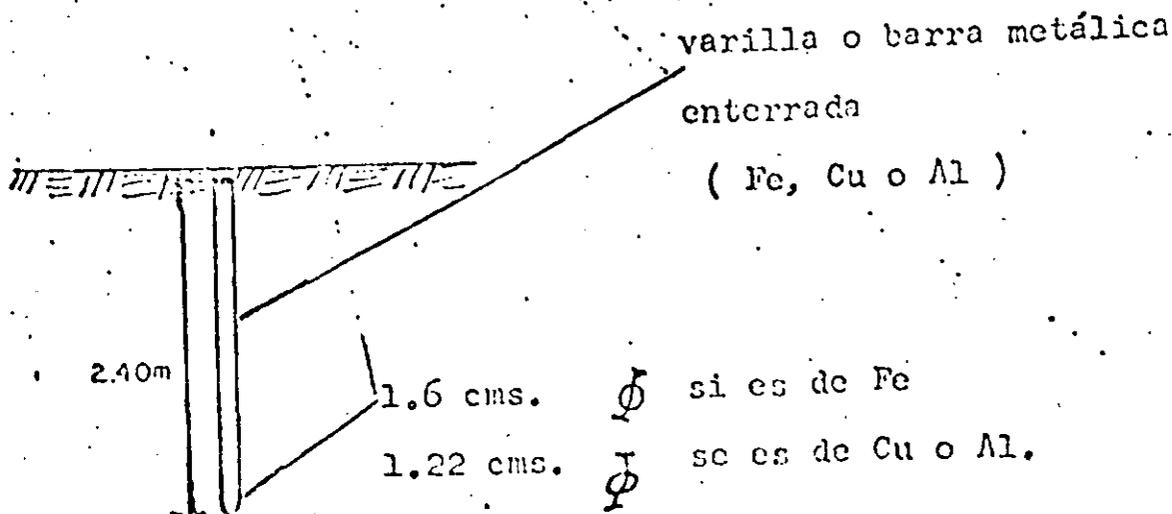
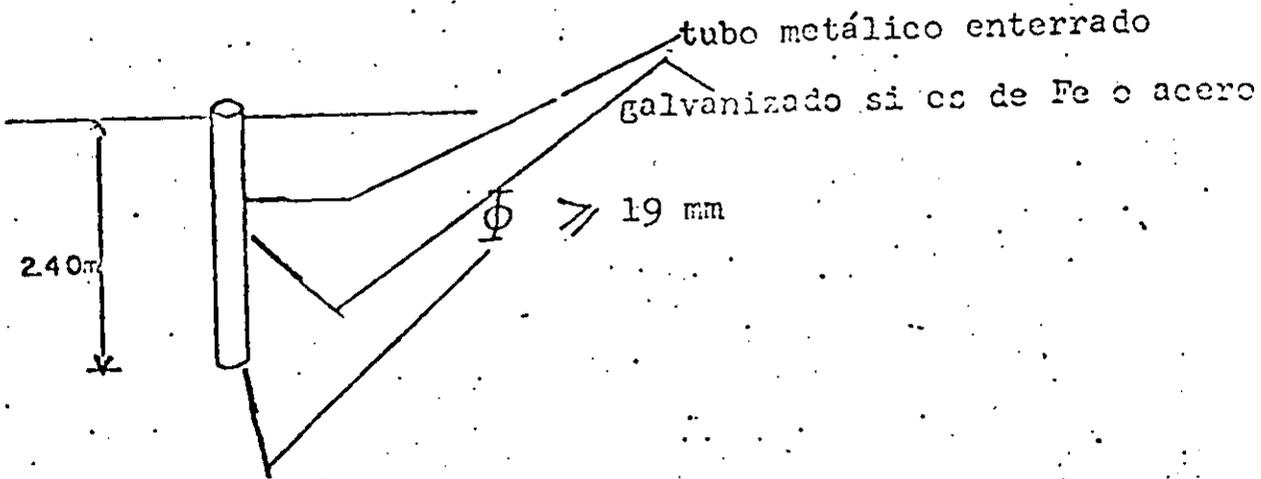
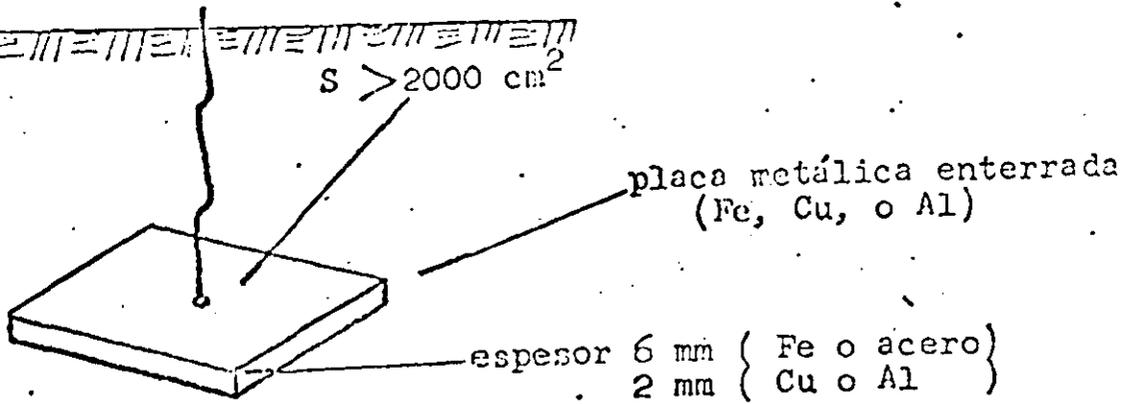
. Otro material resistente a la corrosión

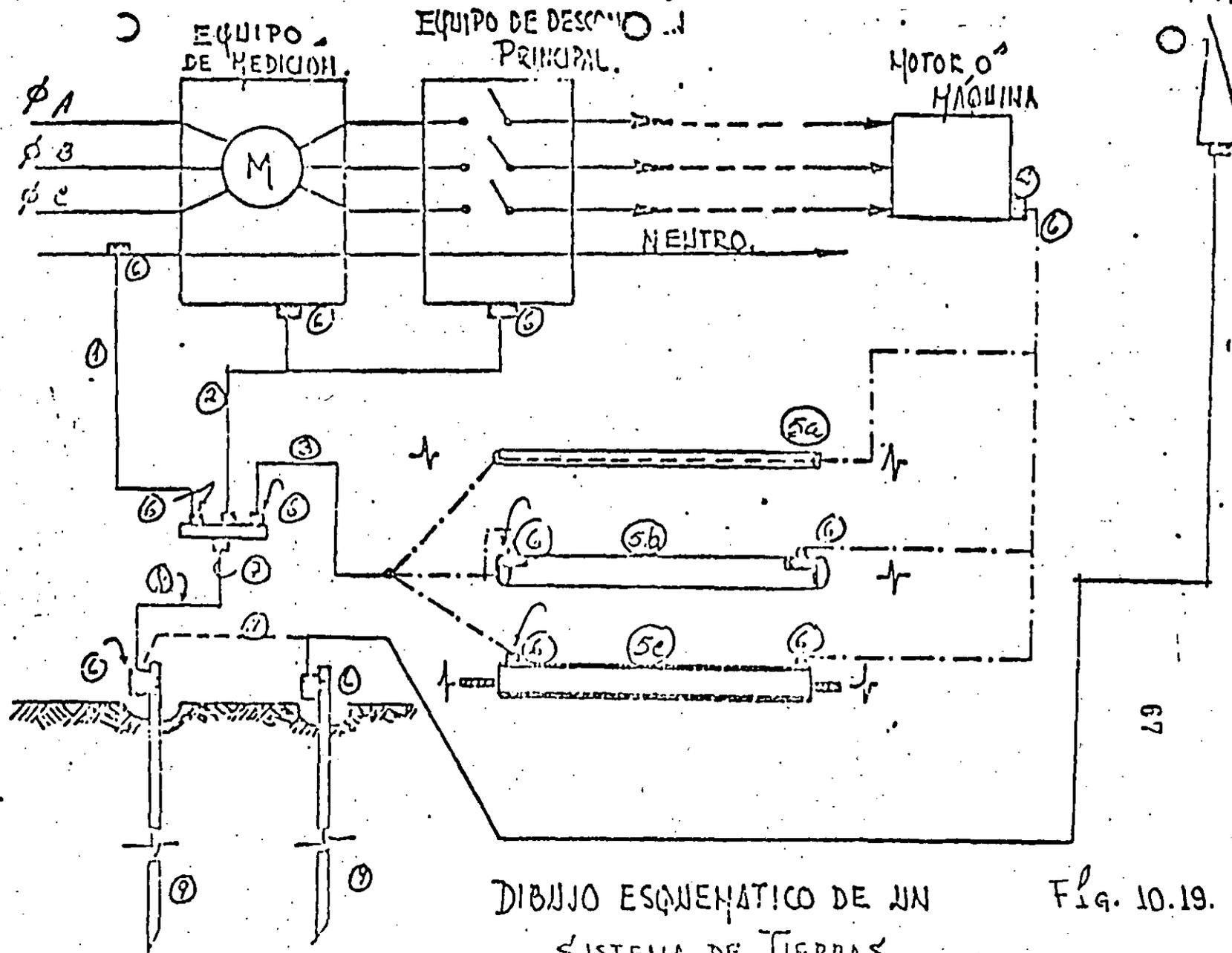
Deben fijarse:

. A gabinetes

. A cubiertas metálicas

. Donde seán necesarios.





DIBUJO ESQUEMATICO DE UN SISTEMA DE TIERRAS.

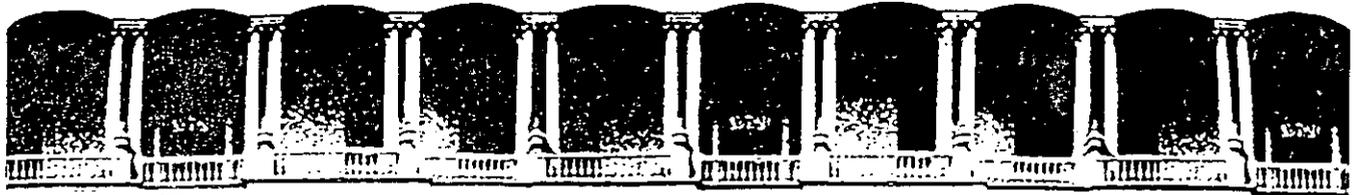
Fig. 10.19.

- ① CONDUCTOR DE CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA. 68
- ② CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO DE MEDICIÓN Y EQUIPO DE DESCONEXIÓN PRINCIPAL.
- ③ CONDUCTORES PRINCIPALES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.
- ④ CARCASA O PARTES METÁLICAS NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE, DEL EQUIPO QUE DEBA SER CONECTADO A TIERRA.
- ⑤ CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO QUE PUEDEN SER :
  - a) UN CONDUCTOR AISLADO O DESNUDO QUE TIENDA DENTRO DE LA CANALIZACIÓN O FUERA DE ELLA.
  - b) TUBO METÁLICO O RÍGIDO O DUCTOS METÁLICOS.
  - c) CUBIERTA METÁLICA DE CABLE ARJADO.
- ⑥ ACCESORIOS DE SUJECIÓN (ABRABADERAS, UNIONES, ETC)
- ⑦ PUENTE DE UNIÓN PRINCIPAL.
- ⑧ CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA.
- ⑨ ELECTRODO DE TIERRA, QUE PUEDEN SER :
  - NATURAL : TUBERÍA METÁLICA DE AGUA, DRENAJE, REVES TAJADO ETC.
  - ARTIFICIAL : BARRA, TUBO, PLACA. ETC.

(10) CONDUCTOR "DE BAJADA" DEL PARARAYOS

69

(11) CONEXION DEL PARARAYOS AL ELECTRODO  
DE TIERRA DEL SISTEMA Y DEL EQUIPO  
(NO EN TODOS LOS CASOS ES POSIBLE).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

*MOD:II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS*

*ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA  
ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS*

*ING: GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO*

TERCERA SESION. -

V. - Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

a). - Diagrama general. - El diagrama general que se muestra en la figura 1, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos dispositivos de que se compone hasta la acometida en la que entrará la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b). - Diversos elementos que la componen. - Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

1. - Dispositivos de recepción de energía. - Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usan para el suministro de la energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada.

2 y 3. - Dispositivos de desconexión y protección principal.

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen

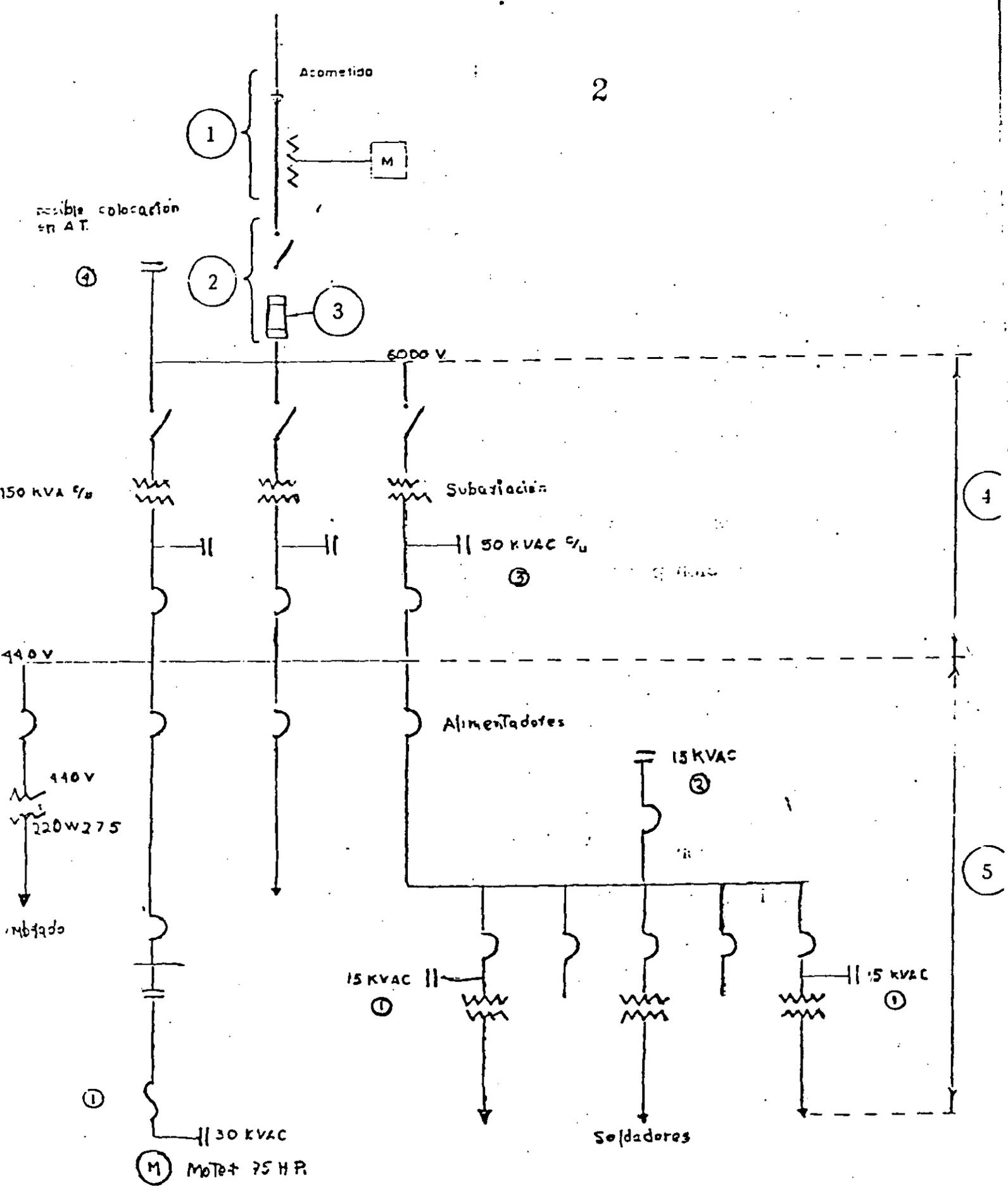


Fig. 2

tada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

4 y 5 - Sistema de distribución.- El siguiente elemento o sea el -- sistema de distribución, se acostumbra dividir en primario y se-- cundario, de acuerdo con la característica de que la tensión de su ministro se transforme o no en la instalación alimentada, o tam-- bién de acuerdo con las diferentes fases que se planeen en la dis-- tribución. Este sistema está integrado por:

- ° Los circuitos derivados.
- ° Los tableros de distribución
- ° Los alimentadores.

6.- Dispositivos de utilización o cargas.- Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usarán la energía eléctrica del sistema.

#### VI.- Análisis de los elementos constitutivos.

a).- Cargas.- El análisis de la instalación eléctrica la desarrollaremos a partir del último elemento, o sean los dispositivos de utilización o -- cargas.

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica, ya sea en energía luminosa ( lám-- paras ), energía mecánica ( motores ), energía térmica ( calefacto---

res ), o en cualquier otra forma de energía, por lo que estos elementos constituyen los dispositivos de utilización de energía eléctrica.

Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

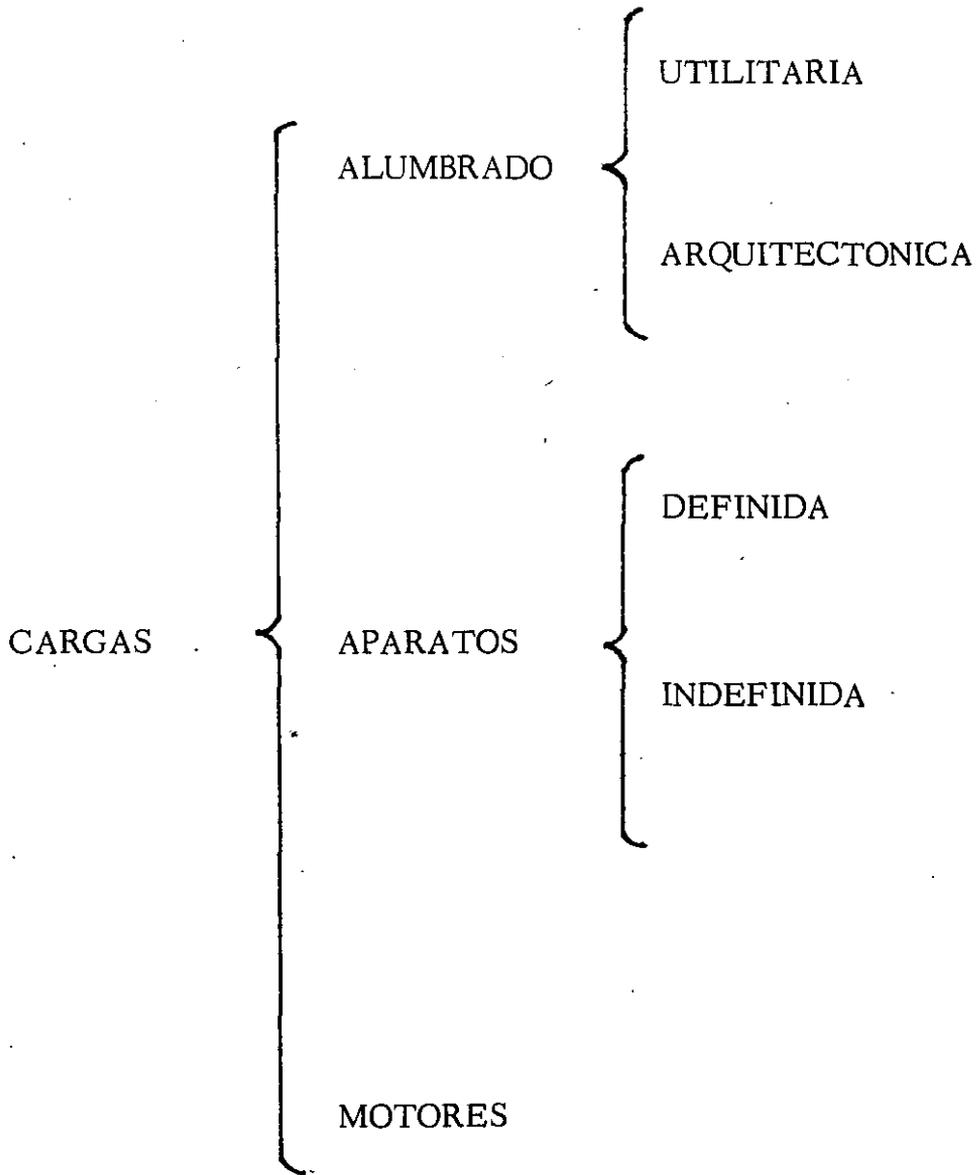
- 1.- Cargas en el sistema normal.
- 2.- Cargas en el sistema de emergencia

La primera de ellas nos indica que los dispositivos de utilización o -- cargas están conectados al sistema de alimentación de la compañía su ministradora de energía eléctrica y las segundas son las que estando también conectadas al sistema de alimentación de la compañía sumi- nistradora, se consideran básicas para proporcionar los servicios pa- rá lo cual han sido instaladas por lo que, en el caso de falla por par te de la compañía suministradora, estas cargas estarán conectadas a - un generador de energía eléctrica adicional ( planta de emergencia ) - que le suministrará la energía eléctrica necesaria mientras dure la fa lla mencionada.

Para analizar las cargas, ya sean de servicio normal o de emergen-- cia, se clasifican de la forma siguiente:

- 1.- Cargas de alumbrado.

° Utilitaria.



- Arquitectónica.
- 2.- Cargas de aparatos.
    - Definida.
    - Indefinida.
  - 3.- Cargas de motores.
- 1.- Cargas de alumbrado.- Estas cargas se han dividido en utilitarias y arquitectónicas.

Cargas de alumbrado utilitarias.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesaria para iluminar una determinada superficie y permite la visión a un máximo de velocidad, precisión y facilidad, con un mínimo esfuerzo y fatiga.

La característica principal de este tipo de carga es que se encuentra uniformemente distribuida en función del nivel de iluminación.

El nivel de iluminación está en función del uso del local y se mide en unidades llamadas luxes. De acuerdo a los diversos usos específicos, existen tablas que indican los niveles de iluminación recomendables, los que se consideran sobre el plano del trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

En el caso donde el área del trabajo no esté definida, la iluminación se considera sobre un plano horizontal de 75 cm. por encima del suelo.

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la suciedad de las luminarias, lámparas, paredes y techos, ni la distribución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en algún momento por debajo del nivel recomendado.

Se anexan las tablas que representan los niveles recomendados -- por la I. E. S. ( Illumination Engineering Society ), y por la -- ( Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación ).

Para diseñar las instalaciones de alumbrado existen dos métodos -- que son los siguientes:

- ° Método de los lúmenes.
- ° Método de punto por punto.

El método de los lúmenes proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas. Cada --

⊖ Niveles mínimos de iluminación recomendados para  
el alumbrado general de interiores

8

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Auditoriums.</b>		Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta .....	500
Reunión o asamblea .....	150	Sala de fracturas:	
Exposición y exhibiciones .....	300	General .....	500
<b>Bancos.</b>		Mesa de operaciones .....	2000
<b>Vestíbulos:</b>		Laboratorios:	
General .....	500	Salas de ensayo .....	300
Áreas de trabajo .....	700	Mesas de trabajo .....	500
Correspondencia, claves, etc. ....	1500	Trabajos delicados .....	1000
<b>Bomberos (ver Servicios del Municipio).</b>		Bibliotecas .....	700
<b>Correos (Oficinas de).</b>		Salas de armarios .....	200
Mesas del vestíbulo .....	300	Vestíbulos y pasillos .....	300
Clasificación, fichero, etc. ....	1000	Archivo de protocolos médicos .....	1000
<b>Escuelas.</b>		Salas de enfermeras:	
Lectura de textos impresos .....	300	General .....	200
Lectura de textos a lápiz .....	700	Pupitres y diagramas .....	500
Lectura de textos en papel de copias:		Despacho de medicinas .....	1000
Buenas .....	300	Salas de trabajo de enfermeras .....	300
Malas .....	1000	Casas cunas:	
Salas de dibujo y bancos de trabajo .....	1000	General .....	100
Pizarras .....	1500	Mesa de reconocimiento .....	700
Salón de costura .....	1500	Pediatría y sala de juegos .....	300
<b>Estaciones, cocheras y terminales.</b>		<b>Obstetricia:</b>	
Salas de espera y salas para fumadores .....	300	Salas de esterilización .....	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores .....	1000	Salas de consulta .....	200
Facturación de equipajes .....	500	Sala de partos, general .....	1000
Andenes y almacenes .....	200	Mesa de partos .....	2500*
Servicios y lavabos .....	300	<b>Farmacias:</b>	
<b>Galerías de arte.</b>		General .....	300
General .....	300	Mesas de trabajo .....	1000
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario) .....	300*	Almacén de productos .....	300
Para esculturas y demás objetos de arte .....	1000**	Habitaciones y salas*:	
<b>Hospitales</b>		General .....	100
Cuartos de anestesia y preparación .....	300	Lectura .....	300
Autopsia y depósito de cadáveres:		Locales para pacientes mentales .....	100
Sala de autopsias .....	1000	Trabajo con radioisótopos:	
Mesa de autopsias .....	25000	Laboratorio radioquímico .....	300
Depósito general .....	200	Salón de medidas .....	200
Central esterilizadora:		Mesas de trabajo .....	500
General .....	300	Solariums .....	200
Afilado de agujas .....	1500	<b>Almacenes:</b>	
Departamento odontológico:		General .....	150
General .....	700	Oficinas .....	700
Vitrina de instrumental .....	1500	<b>Cirugía:</b>	
Sillón dental .....	10000	Salas de instrumentos y esterilización .....	300
Laboratorio, bancos .....	1000	Salas de limpieza (instrumentos) .....	1000
Sala de recuperación .....	50	Salas de operaciones, general .....	1000
Sala de emergencia:		Mesas de operaciones .....	25000
General .....	1000	Salas de recuperación .....	300
Local .....	20000	Radioterapia:	
Sala de reconocimiento y tratamiento:		Física .....	200
General .....	500	Aplicada .....	300
Mesa de reconocimiento .....	1000	Lavabos .....	100
Salidas (nivel luminoso en el suelo) .....	50	Otros locales .....	200
Ojos, nariz, oído y garganta:		Salas de espera:	
Sala oscura .....	100	General .....	150
		Lectura .....	300
		Rayos X:	
		Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura .....	100
		Radioterapia profunda y superficial .....	100
		Examen de pruebas .....	300
		Archivos, películas reveladas .....	300
		Almacén, películas sin revelar .....	100

\* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel.

\*\* A veces se requiere muchos más.

\* De enfermos o heridos.



<b>Hoteles.</b>	
Salas y cafeterías (ver Restaurantes).	
<b>Salas de baños:</b>	
General	100
En el espejo	300 †
<b>Dormitorios:</b>	
General	100
Tocador	300 †
Lectura y escritura	300
<b>Comedores (ver Restaurantes).</b>	
Vestíbulo	300
Recepción	500
<b>Servicio de lavado de ropas:</b>	
Lavado	300
Planchado	500
Planchado mecánico	700
<b>Lencería y ropa blanca:</b>	
General	200
Costura	1000
<b>Salas de espera:</b>	
General	100
Zonas de lectura y trabajo	300
<b>Marquesina:</b>	
Alrededores oscuros	300
Alrededores claros	500
Despensas	100
<b>Municipio (Servicios del); Bomberos y Policía.</b>	
<b>Policía:</b>	
Ficheros de identificación	1500
Celdas y cuartos para interrogatorios	300
<b>Bomberos:</b>	
Dormitorio	200
Aparcamiento de coches y sala de recreo	300
<b>Museos (ver Galerías de arte).</b>	
<b>Oficinas.</b>	
Lectura de alto contraste de textos bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada, tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc	300
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia	700
Trabajo normal burocrático; lectura de buenas reproducciones; lectura o transcripción de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel, archivos de uso continuo, clasificación de correspondencia, índice de asuntos	1000
Contabilidad, audición, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada	1500
Cartografía, estudios, dibujo detallado	2000
Corredores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas	200 *
<b>Policía (ver Servicios del Municipio).</b>	
<b>Residencias.</b>	
<b>Tareas visuales concretas:</b>	
Juegos de mesa	300
<b>Cocinas:</b>	
Pilas de cenc, fregaderos	700
Hornillos y superficies de trabajo	500
Lavadoras, cestos de ropa, planchas y tablas de planchar	500
<b>Salones de lectura, escritura y estudio:</b>	
Libros, revistas, periódicos	300
+ Para exámenes meticulosos 500 lux	

Escritura a mano, reproducciones, copias malas	700
Pupitres de estudio	700
<b>Lectura de partituras musicales:</b>	
Partituras sencillas	300
Partituras completas	700**
<b>Cuartos de costura:</b>	
Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes	300
Trabajos intermitentes, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2000
Tocadores, maquillajes, afeitados (emplazado sobre los espejos y rostros).	500
Taller, bancos de trabajo	700
<b>Alumbrado general:</b>	
Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos	100
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos	100
Cocina, lavandería, cuartos de baño	300
<b>Restaurantes, cafeterías y bares.</b>	
<b>Comedores:</b>	
<b>De tipo íntimo:</b>	
Con alrededores oscuros	30
Con alrededores claros	100
Para realizar el trabajo de limpieza	200
<b>De tipo general:</b>	
Con alrededores oscuros	150
Con alrededores claros	300
<b>De autoservicio:</b>	
Alrededores normales	500
Alrededores muy iluminados	1000
Cajas	500
Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de	500
<b>Cocinas:</b>	
Inspección, verificación, precios	700
Otras áreas	300
<b>Tiendas.</b>	
<b>Escaparates:</b>	
<b>Alumbrado de día:</b>	
General	2000
Detalle o pormenor	10000
<b>Alumbrado de noche:</b>	
<b>Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:</b>	
General	1000
Detalle	5000
<b>Distritos principales o de mucha competencia:</b>	
General	2000
Detalle	10000
<b>Interior de las tiendas:</b>	
Zonas de circulación	300
<b>Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:</b>	
Con servicio normal	1000
Con autoservicio	2000
<b>Vitrinas y estanterías:</b>	
Con servicio normal	2000
Con autoservicio	5000
<b>Exposición de detalles:</b>	
Con servicio normal	5000
Con autoservicio	10000

\* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas inmediatas.  
\*\* Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y hay anotaciones sobre las líneas se necesitan 1500 lux o más.

# Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
<b>Acero (ver Hierro y acero).</b>	
<b>Ajuste (Talleres de).</b>	
Trabajo basto de fácil visión .....	300
Trabajo basto de difícil visión .....	500
Trabajo medio .....	1000
Trabajo fino .....	5000
Trabajo extra fino .....	10000
<b>Almacenes y bodegas:</b>	
De poco movimiento .....	50
Activos de mucho movimiento:	
Embalaje tosco .....	100
Embalaje medio .....	200
Embalaje fino .....	500
<b>Arcilla (ver Cementos).</b>	
<b>Automóviles (Fábricas de).</b>	
Ajuste del bastidor .....	500
Línea de montaje y ajuste de chasis .....	1000
Montaje final e inspección de línea .....	2000
<b>Fabricación de la carrocería:</b>	
Piezas .....	700
Acabado e Inspección .....	2000
<b>Aviación. Fábricas de aviones.</b>	
<b>Naves:</b>	
De producción .....	1000
De inspección .....	2000
<b>Fabricación de piezas:</b>	
Remachar, soldar y taladrar .....	700
Cabinas de pintura .....	1000
Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado; formación y pulido de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores .....	1000
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes .....	1000
Montaje final e inspección .....	1000
Reparación de herramientas .....	1000
<b>Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones)</b> .....	1000
<b>Azúcar (Industrias de).</b>	
<b>Departamento de chocolates:</b>	
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar .....	500
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc .....	500
Molienda .....	1000
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado .....	500
Gelatina y jalea .....	500
Decoración a mano .....	1000
<b>Departamento de caramelos:</b>	
Mezclar, cocer, moldear .....	500
Cortar y seleccionar .....	1000
Envasar y empaquetar .....	1000
<b>Azúcar (Refinerías de).</b>	
Dosificación .....	500
Inspección del color .....	2000

<b>Bodegas (ver Almacenes y bodegas).</b>	
<b>Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos de).</b>	
Triturado y lavaderos .....	100
Selección .....	3000
Cartón (Fábricas de cajas de): Area general .....	500
<b>Caucho (ver Goma).</b>	
<b>Cementos y derivados de la arcilla.</b>	
Molido, prensas de filtro .....	300
Moldeado, lavado y prensado .....	300
Color y vidriado trabajo duro; esmaltado .....	1000
Color y vidriado, trabajo fino .....	3000
<b>Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.</b>	
Auxiliares, habitaciones de baterías, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos .....	200
Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas .....	100
Plataforma de quemadores .....	200
Condensadores: áreas de desaeradoras evaporadores y calentadores .....	100
<b>Habitaciones de control:</b>	
Panel de interruptores (frente vertical):	
Secciones sencillas o dobles frente al operador:	
Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de gran tamaño. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo .....	500
Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo .....	300
Sección de "duplex" frente al operador .....	300
Pupitres de trabajo (nivel horizontal) .....	500
Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex" .....	100
Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical) .....	100
Alumbrado de emergencia para todas las áreas. ....	30
Laboratorio de química .....	500
Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos .....	200
Túneles o galerías, tuberías. ....	100
Zona de turbinas bajo el pavimento .....	200
Habitación de turbinas .....	300
<b>Conservas (Fábricas de).</b>	
Clasificación inicial de materias crudas .....	500
Tomates .....	1000
Selección de color (cortado) .....	2000
<b>Preparación:</b>	
<b>Selección preliminar:</b>	
Albaricoques y melocotones .....	500
Tomates .....	1000
Aceitunas .....	1500
Cortado y selección final .....	1000
<b>Conservado</b>	
Enlatado continuo en cadena .....	1000
Empaquetado a mano .....	500
Aceitunas .....	1000
Examen de envasados .....	2000
<b>Corte y confección.</b>	
Inspección de paños .....	20000
Cortado y prensado .....	3000
Cosido .....	5000
<b>Electricidad (ver Centrales eléctricas).</b>	
<b>Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).</b>	
Impregnación .....	500
Aislado, pintado de conductores .....	1000
Ensayos .....	1000

<b>cuadernación.</b>	
Abular, montar, encolar, etc .....	700
Cortar, perforar y coser .....	700
Repujar e inspección .....	2000
<b>Forja (Talleres de)</b> .....	500
<b>Fundiciones.</b>	
Templado, limpiado, batido .....	300
Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio .....	500
Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino .....	1000
Desbastado y cepillado .....	1000
Inspección media .....	1000
Inspección fina .....	5000
Moldes, grandes; relleno y vaciado .....	500
Moldes medianos .....	1000
Horno de cúpula .....	200
<b>Galvanizado</b> .....	300
<b>Garajes: Automóviles y camiones.</b>	
Servicio de garajes:	
Reparaciones .....	1000
Zonas de tráfico activo .....	200
<b>Garajes de aparcamiento:</b>	
Entrada .....	500
Pistas y rampas .....	100
Aparcamiento .....	50
<b>Goma (Mecanizado de artículos de).</b>	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado .....	300
Preparación del tejido, corte y telares .....	500
Moldeado y selección de productos, calibrado .....	500
Inspección .....	2000
<b>Guantes (Fábricas de).</b>	
Prensado y cortado .....	3000
Máquinas de hacer punto y selección .....	1000
Cosido e inspección .....	5000
<b>Harina (Fábricas de).</b>	
Molido, cernido, refinado .....	500
Empaquetado .....	300
Control de productos .....	1000
Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control .....	300
<b>Hierro y acero (Industria del).</b>	
Interiores abiertos:	
Piso de carga (Fundición) .....	200
Vagonetas de colada:	
Pozos de escoria .....	200
Plataformas de control .....	300
Zona superior .....	300
Pasarelas elevadas de inspección .....	100
Mezcladores .....	300
Calcinado y sangrado .....	100
Trenes de laminación:	
Lingotes, pletinas, barras calientes y planchas calientes .....	300
Laminación en frío, barras y Planchas .....	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres .....	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío .....	500

<b>Sala de máquinas y motores</b> .....	300
<b>Inspección:</b>	
Chapas oscuras, changote, cascajo .....	1000
Hojalata y otras superficies brillantes .....	1000

<b>Imprentas.</b>	
<b>Fundición de tipos:</b>	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación .....	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos .....	1000
<b>Plantas de impresión:</b>	
Inspección de color y valoración .....	2000
Composición a máquina, salas de composición .....	1000
Prensas .....	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas .....	1500
<b>Electrotipia:</b>	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación .....	1000
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado .....	500
<b>Fotografado:</b>	
Grabado al aguafuerte, planchas .....	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado .....	1000

<b>Inspección (Trabajos de).</b>	
Ordinario .....	500
Difícil .....	1000
Bastante difícil .....	2000
Muy difícil .....	5000
Lo más difícil .....	10000

<b>Lavanderías.</b>	
Lavado .....	300
Planchado, clasificación y marcado .....	500
Acabado a máquina y con plancha. Clasificación ..	700
Planchado fino a mano .....	1000

<b>Madera.</b>	
Trabajos bastos y de banco .....	300
Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería ..	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado .....	1000

<b>Manipulado de materiales.</b>	
Empaquetado, embalaje y etiqueta .....	500
Clasificación y distribución .....	300
Carga y colocación en camiones .....	200
Interior de camiones y coches de transporte .....	100

<b>Metal. Trabajo en metales laminados.</b>	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco .....	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado .....	2000

<b>Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de).</b>	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado .....	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes .....	
Máquinas de hacer tubo .....	500
Fabricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos .....	300

+ La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar más condiciones de contraste favorables.

\* Los materiales especulares o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

**Neumáticos y tubos de (continuación)**

Neumáticos .....	500
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos .....	700
Inspección final: Tubos, neumáticos .....	2000

**Papel (Fábricas de).**

Triturado, molido y prensado .....	300
Acabado, cortado, aparejado y máquinas de hacer papel .....	500
Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar .....	700
Bobinas de papel, inspección y laboratorios .....	1000
Rebobinado .....	1500

**Piel (Fabricación de artículos de).**

Prensado, enrollado y glaseado .....	2000
Clasificación, cortado, acoplado y cosido .....	3000

**Piel (Industrias de la). Cueros.**

Depósitos de limpieza, curtido y estirado .....	300
Cortado, descarnado y estopado .....	500
Acabado y cosido .....	1000

**Piedras. Triturado y cribado.**

Correas transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de receptáculos .....	100
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos .....	100
Cribas .....	200

**Pinturas (Fabricación de).**

General .....	300
Mezclas comparativas y normales .....	2000

**Pintura (Talleres de).**

Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano .....	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado .....	1000
Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.) .....	3000
Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).	

**Productos lácteos: Industrias de la leche.**

Habitación de hervido y almacén de botellas .....	300
Clasificación de botellas .....	500
Limpiado de botellas .....	
Lavado de bidones y equipos de frío .....	300
Rellenado, inspección .....	1000
Indicadores, aneles y termómetros (parte vista) .....	500
Laboratorios .....	1000
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores .....	300
Tanques depósitos:	
Interiores claros .....	200
Interiores oscuros .....	1000

**Pulido y bruñido .....**

Química (Trabajos de).	
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros .....	300
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores .....	300

**Servicio (Áreas de).**

Escaleras, pasillos, ascensores .....	200
Lavabos y Tocadores .....	300

**Soldadura (Talleres de) (continuación)**

Iluminación general .....	500
Soldadura manual de arco. Gran precisión .....	10000

**Sombreros (Fábricas de).**

Tinte, enderezado, acordonado, limpieza y refinado .....	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordeado, acabado y planchado .....	2000
Cosido e inspección .....	5000

**Tabado (Manipulado del).**

Secado, limpieza general .....	300
Clasificación y apartado .....	2000

**Tahonas.**

Cuarto de mezclas .....	500
Estanterías (iluminación vertical) .....	300
Interior del horno (mezcladores verticales) .....	500
Cuarto de fermentación .....	300
Locales restantes:	
Pan .....	300
Dulces y productos de confitería .....	500
Horno, pruebas y empaquetado .....	300
Rellenado y otros ingredientes .....	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico .....	500
A mano .....	1000

**Talleres de forja (ver Forja).**

**Talleres mecánicos.**

Trabajos bastos de banco y máquina .....	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio .....	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino .....	5000
Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino .....	10000

**Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).**

**Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).**

**Textiles (Fábricas). Algodón.**

Abrir, mezclar y picar .....	300
Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir .....	500
Confección de piezas de tela:	
Artículos grises .....	500
Mezclilla .....	1500
Inspección:	
Artículos grises (girado a mano) .....	1000
Mezclilla (movimiento rápido) .....	5000
Estirado automático .....	1500
Hilado a mano .....	2000
Tejido .....	1000

**Textiles (Fábricas). Lana y estambre.**

Clasificación .....	1000
Hilado (en bastidor o máquina): blanco .....	500
Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado .....	1000
Trenzado o urdido: blanco .....	500
Urdido en peine: blanco .....	1000
Urdido: color .....	1000
Urdido en peine: color .....	3000
Trenzado: blanco .....	300
Trenzado: color .....	500
Tejido: blanco .....	1000
Tejido: color .....	2000

\* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

**Textiles (Fábricas) (continuación).**

**Locales para géneros grises:**

Almoharra .....	1500
Alacenas .....	3000
Telas .....	700
Acabado, completado, pegado, tratado y secado ...	500
Tintes .....	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido .....	700
Corte .....	1000
Inspección .....	20000

**Textiles (Fábricas). Seda y rayón.**

Fabricación: empapado coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas .....	300
Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enderezado:	
Materiales claros .....	500
Materiales oscuros .....	2000
Sala de telares (en sus diversas modalidades) .....	1000
Hilado en peines o sobre alambres en los telares .....	1000
Tejido .....	1000

**Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.**

Reconocimiento y clasificación .....	500
Limpieza en seco, húmeda y al vapor .....	500

Inspección y localización de manchas .....	5000
Planchado a mano y máquina .....	1500
Reparaciones y modificaciones .....	2000

**Vidrio (Fábricas de).**

Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio .....	300
Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado ...	500
Molido fino, pulido y biselado .....	1000
Inspección, grabado y decorado .....	2000

**Zapaterías. Trabajo en goma.**

Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho .....	300
Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas. Laminado de suelas, forrado y 287, proceso de fabricación y acabado .....	500
	1000

**Zapaterías. Trabajo en material.**

Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros .....	3000
Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y palas, repujado, forrado, laminado, limpiado, teñido, alisado, pulido y estampado .....	2000

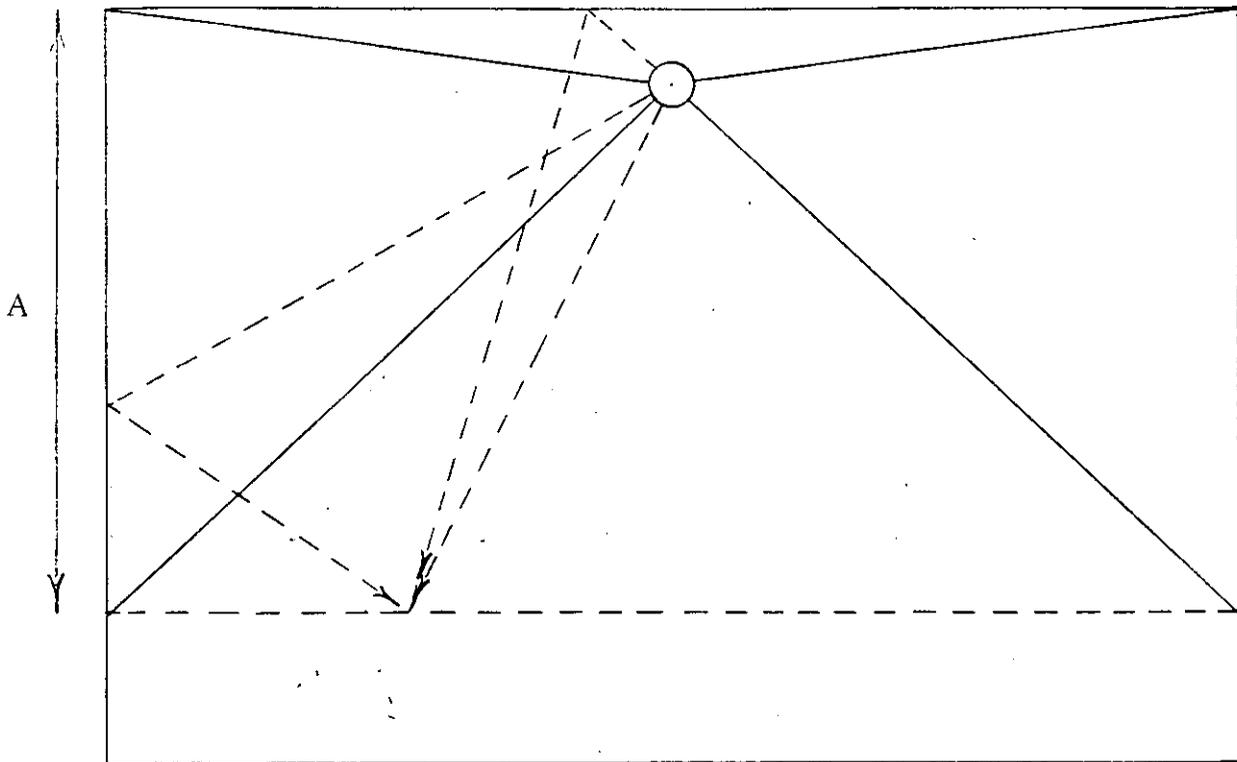
uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

El método de punto por punto lleva en si un cálculo separado de la contribución de cada luminaria a la iluminación total. Por lo general este método se utiliza principalmente para alumbrado público y para alumbrado con proyectores.

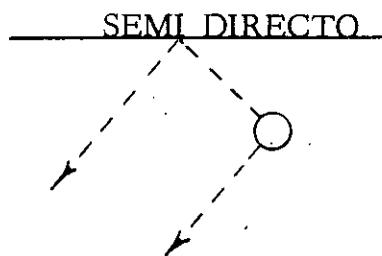
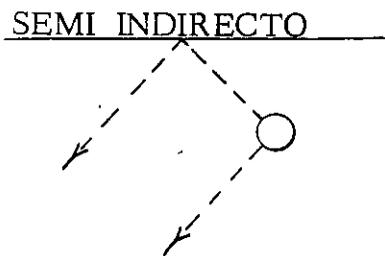
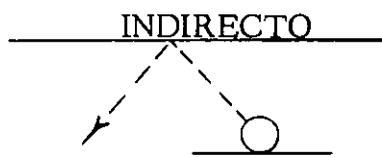
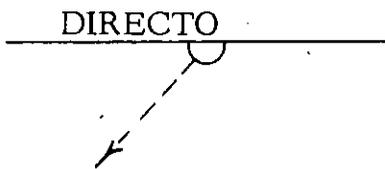
Método de los lúmenes.

Para utilizar este método en la resolución de un problema de alumbrado deberá seguirse la siguiente secuencia:

- i Determinar el nivel requerido de iluminación.- De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar..
- ii Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias.- Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:
  - ° directo
  - ° semidirecto
  - ° general difuso o directo-indirecto..



Plano de trabajo.



- ° semi-indirecto
- ° indirecto.

Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semi-indirecto o un directo-indirecto. En la industria general se utiliza el sistema directo o el semi-directo y las áreas comerciales pueden usar cualquier tipo de alumbrado o --- combinación de sistemas. La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.

- iii Determinar el coeficiente de utilización.- El coeficiente de utilización es la relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo sobre el total del flujo generado por las lámparas. Es un factor que tiene en cuenta la eficiencia y distribución de las luminarias, su altura de --- montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos.

Los locales se clasifican con relación a su forma en diez grupos, cada uno de los cuales es identificado con una letra conocida bajo el nombre de índice del local. Los in-

indices del local para una amplia gama de dimensiones se proporcionan en las tablas que se anexan.

La clasificación de los índices del local están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones - las que se calculan de la forma siguiente:

Para luminarias directas, semi-directas, directa-indirecta y general difusa:

$$RL = \frac{A \times L}{H \times (A + L)}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas:

$$RL = \frac{3 \times A \times L}{2 \times H \times (A + L)}$$

donde:

- RL.- Relación del local
- A.- Ancho del local
- L.- Largo del local
- H.- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación -

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto													
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20
		Altura de montaje sobre el suelo en metros Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto v General Difuso													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10
2.45	3.05	H	I	J	J	J	J	J							
	3.65	H	I	J	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	G	H	I	J	J	J	J							
	5.48	G	H	I	J	J	J	J							
	6.10	G	H	I	J	J	J	J							
	7.30	G	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J			J				
	10.65	F	G	H	I	J	J	J			J	J			
12.20	F	G	H	I	J	J	J			J	J				
15.25	F	G	H	I	J	J	J			J	J				
3.05	3.05	H	H	I	J	J	J	J							
	3.65	G	H	I	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	F	H	I	J	J	J	J							
	5.48	F	H	I	J	J	J	J							
	6.10	F	H	I	J	J	J	J							
	7.30	F	H	I	J	J	J	J			J				
	9.15	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	10.65	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	12.20	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	15.25	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
18.30	F	H	I	J	J	J	J			J	J				
21.35	F	H	I	J	J	J	J			J	J				
3.65	3.65	G	H	I	J	J	J	J							
	4.26	F	H	I	J	J	J	J							
	4.87	F	H	I	J	J	J	J							
	5.48	F	H	I	J	J	J	J							
	6.10	F	H	I	J	J	J	J							
	7.30	F	H	I	J	J	J	J			J				
	9.15	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	10.65	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	12.20	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	15.25	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
	18.30	F	H	I	J	J	J	J			J	J			
21.35	D	F	H	I	J	J	J			J	J				
24.40	D	F	H	I	J	J	J			J	J				
30.50	D	F	H	I	J	J	J			J	J				
4.25	4.26	F	G	H	I	J	J	J							
	4.87	F	G	H	I	J	J	J							
	5.48	F	G	H	I	J	J	J							
	6.10	F	G	H	I	J	J	J							
	7.30	F	G	H	I	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
	15.25	D	F	G	H	I	J	J							
	18.30	D	F	G	H	I	J	J							
	24.40	D	F	G	H	I	J	J							
30.50	D	F	G	H	I	J	J								
4.85	4.87	F	F	G	H	I	J	J							
	5.48	F	F	G	H	I	J	J							
	6.10	F	F	G	H	I	J	J							
	7.30	F	F	G	H	I	J	J							
	9.15	D	F	G	H	I	J	J							
	10.65	D	F	G	H	I	J	J							
	12.20	D	F	G	H	I	J	J							
	15.25	D	F	G	H	I	J	J							
	18.30	C	D	F	G	H	I	J							
	21.35	C	D	F	G	H	I	J							
	24.40	C	D	F	G	H	I	J							
30.50	C	D	F	G	H	I	J								
5.50	5.48	F	F	G	H	I	J	J							
	6.10	D	F	G	H	I	J	J							
	7.30	D	F	G	H	I	J	J							
	9.15	D	F	G	H	I	J	J							
	10.65	D	F	G	H	I	J	J							
	12.20	C	D	F	G	H	I	J							
	15.25	C	D	F	G	H	I	J							
	18.30	C	D	F	G	H	I	J							
	21.35	C	D	F	G	H	I	J							
36.60	C	D	F	G	H	I	J								

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros															
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto															
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	23.75	28.35
Altura de montaje sobre el suelo en metros																	
Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso																	
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.90	7.00	8.25	10.05	13.10	16.15	19.20
6.10	6.10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J					
	7.30	D	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J					
	9.15	D	E	F	F	F	G	G	H	I	J	J					
	10.65	D	E	F	F	F	G	G	H	I	J	J					
	12.20	C	D	E	E	E	F	F	G	H	I	J					
	15.25	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J					
	18.30	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J					
	21.35	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J					
	24.40	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
7.30	7.30	D	E	F	F	F	G	G	H	I	J	J					
	9.15	D	E	F	F	F	G	G	H	I	J	J					
	10.65	C	D	E	E	E	F	F	G	H	I	J					
	12.20	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J					
	15.25	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	18.30	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	21.35	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	24.40	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	30.50	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
9.15	9.15	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I	J					
	10.65	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	12.20	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	15.25	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	18.30	B	B	D	D	E	F	F	G	H	I	J					
	21.35	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	24.40	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	30.50	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	36.60	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
10.65	10.65	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I					
	12.20	B	C	D	D	E	E	F	F	G	H	I					
	15.25	B	B	D	D	E	E	F	F	G	H	I					
	18.30	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	21.35	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	24.40	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	30.50	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	36.60	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
	42.70	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H					
12.20	12.20	B	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	15.25	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	18.30	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	21.35	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	24.40	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	30.50	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	36.60	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	42.70	A	B	C	D	D	E	F	F	G	H	I					
	15.25	15.25	A	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H			
18.30		A	A	B	C	C	D	D	E	F	F	G	H				
21.35		A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	F				
24.40		A	A	A	S	S	B	B	C	C	D	D	E	F			
30.50		A	A	A	B	B	B	B	C	C	D	D	E	F			
36.60		A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F			
42.70		A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F			
51.80		A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F		
60.95		A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F		
18.30	18.30	A	A	A	B	B	C	C	D	E	F	F	G	H			
	21.35	A	A	A	B	B	C	C	D	E	F	F	G	H			
	24.40	A	A	A	A	B	B	C	C	D	E	F	F	G	H		
	30.50	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	F		
	36.60	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F		
	42.70	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F		
	51.80	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	
	60.95	A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	C	D	D	E	F	
	24.40	24.40	A	A	A	A	B	B	B	C	D	D	E	F	G	H	
42.70		A	A	A	A	A	B	B	B	C	D	D	E	F	G	H	
60.95		A	A	A	A	A	A	B	B	B	C	D	D	E	F	G	H
30.50	30.50	A	A	A	A	A	A	B	C	C	D	D	E	F	G	H	I
	45.70	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	C	D	E	F	G	H
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	D	E	F	G
36.60	36.60	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	C	C	D	E	F	G
	48.80	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	C	C	D	E	F
	60.95	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	C	C	D	E

del local y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.

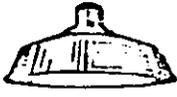
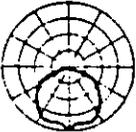
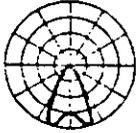
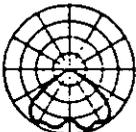
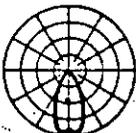
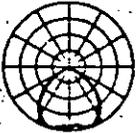
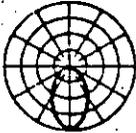
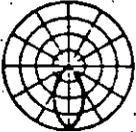
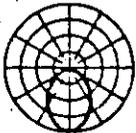
### VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

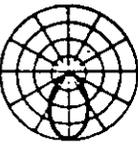
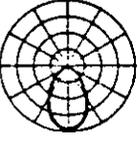
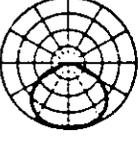
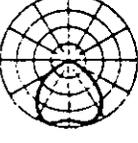
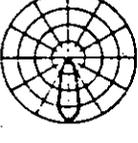
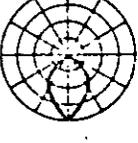
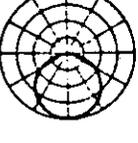
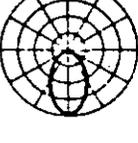
Relación del local		
Índice del local	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	1.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

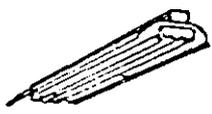
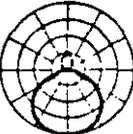
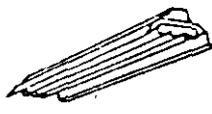
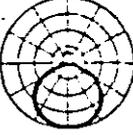
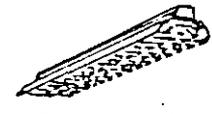
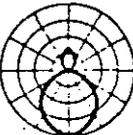
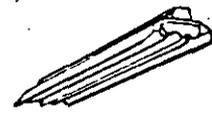
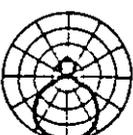
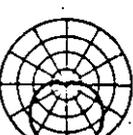
La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación.

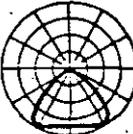
Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anotan en la siguiente tabla.

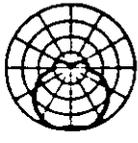
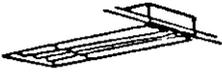
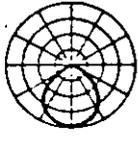
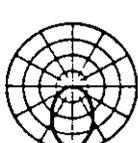
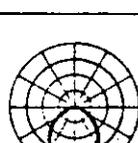
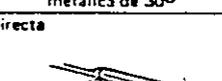
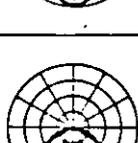
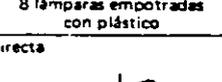
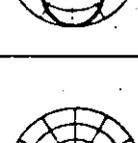
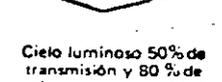
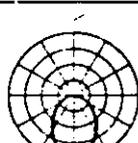
☉ Coeficientes de Utilización

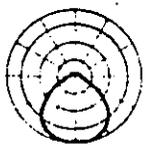
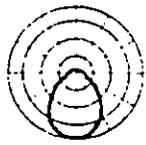
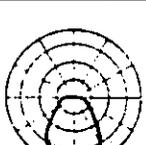
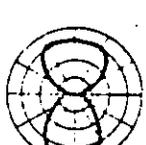
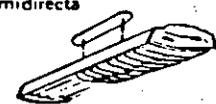
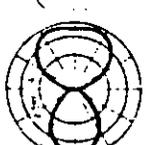
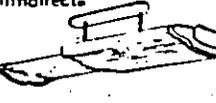
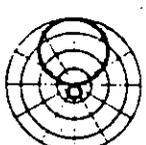
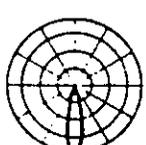
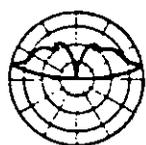
Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo		70%		50%		30%			
					Parades		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local		Coeficientes de utilización							
Incandescentes	Directa  Reflector de cúpula RLM		1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.33 0.40 0.47 0.54 0.59 0.65 0.69 0.72 0.76 0.78	0.28 0.36 0.43 0.49 0.54 0.61 0.65 0.68 0.73 0.75	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.57 0.62 0.65 0.70 0.73	0.32 0.40 0.47 0.53 0.58 0.64 0.68 0.70 0.74 0.74	0.28 0.36 0.42 0.48 0.53 0.60 0.64 0.67 0.72 0.72	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.57 0.62 0.65 0.69 0.72	0.28 0.36 0.42 0.48 0.53 0.60 0.64 0.67 0.70 0.72	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.57 0.62 0.65 0.69 0.72	
	Directa  Intemperie dura Haz medio.		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.43 0.50 0.55 0.59 0.61 0.65 0.67 0.68 0.70 0.71	0.40 0.47 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.66 0.68 0.70	0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69	0.43 0.47 0.52 0.55 0.60 0.64 0.66 0.67 0.69 0.70	0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69	0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69	0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69	0.39 0.45 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69	
	Directa  Intemperie dura Haz estrecho.		0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.45 0.53 0.57 0.61 0.64 0.67 0.69 0.70 0.72 0.73	0.42 0.50 0.54 0.58 0.61 0.64 0.67 0.68 0.70 0.71	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.66 0.68 0.70	0.45 0.50 0.54 0.58 0.60 0.64 0.66 0.67 0.69 0.71	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.66 0.68 0.70	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.66 0.68 0.70	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.66 0.68 0.70	0.40 0.48 0.52 0.56 0.59 0.62 0.65 0.66 0.68 0.70	
	Directa  Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w		1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J I H G F E D C B A	0.50 0.62 0.70 0.77 0.82 0.88 0.92 0.94 0.97 0.99	0.45 0.57 0.65 0.72 0.77 0.84 0.88 0.91 0.94 0.97	0.42 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	0.49 0.61 0.69 0.76 0.81 0.87 0.90 0.92 0.95 0.97	0.45 0.57 0.65 0.72 0.77 0.84 0.88 0.91 0.94 0.97	0.41 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	0.41 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	0.41 0.53 0.62 0.69 0.74 0.81 0.85 0.88 0.91 0.94	
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J I H G F E D C B A	0.66 0.75 0.80 0.85 0.88 0.93 0.96 0.98 1.00 1.01	0.62 0.76 0.81 0.85 0.88 0.93 0.96 0.98 0.99 1.00	0.60 0.73 0.80 0.84 0.87 0.92 0.95 0.97 0.99 1.00	0.65 0.79 0.84 0.88 0.92 0.96 0.98 0.99 1.00 1.00	0.62 0.76 0.81 0.85 0.88 0.93 0.96 0.98 0.99 1.00	0.59 0.73 0.80 0.84 0.87 0.92 0.95 0.97 0.99 0.99	0.59 0.73 0.80 0.84 0.87 0.92 0.95 0.97 0.99 0.99	0.59 0.73 0.80 0.84 0.87 0.92 0.95 0.97 0.99 0.99	
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz ancho, 400 w H33-1-CD		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.38 0.47 0.53 0.59 0.63 0.68 0.71 0.72 0.75 0.77	0.34 0.43 0.49 0.55 0.59 0.64 0.67 0.67 0.73 0.75	0.32 0.40 0.46 0.52 0.56 0.62 0.65 0.67 0.70 0.73	0.34 0.43 0.49 0.54 0.58 0.64 0.67 0.71 0.74 0.75	0.32 0.40 0.46 0.52 0.56 0.62 0.65 0.67 0.70 0.73	0.32 0.40 0.46 0.52 0.56 0.62 0.65 0.67 0.70 0.73	0.32 0.40 0.46 0.52 0.56 0.62 0.65 0.67 0.70 0.73		
	Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz medio, 400 w H33-1-CD		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.46 0.54 0.59 0.63 0.65 0.69 0.71 0.73 0.75 0.76	0.43 0.51 0.56 0.60 0.63 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75	0.41 0.49 0.53 0.57 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73	0.46 0.53 0.58 0.62 0.65 0.68 0.70 0.72 0.74 0.75	0.41 0.48 0.53 0.57 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73	0.41 0.48 0.53 0.57 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73	0.41 0.48 0.53 0.57 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73		
	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho, 400 w, H33-1-GL/C		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.51 0.58 0.62 0.66 0.69 0.72 0.74 0.75 0.77 0.78	0.48 0.55 0.59 0.63 0.66 0.69 0.72 0.74 0.76 0.77	0.46 0.53 0.57 0.60 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75	0.51 0.57 0.62 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75 0.76 0.77	0.46 0.53 0.57 0.60 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75	0.46 0.53 0.57 0.60 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75	0.46 0.53 0.57 0.60 0.63 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75		
	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz ancho, 700 ó 1000 w, Vap. merc. color Corr.		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J I H G F E D C B A	0.39 0.48 0.53 0.59 0.63 0.67 0.70 0.72 0.75 0.77	0.36 0.44 0.50 0.55 0.59 0.64 0.67 0.70 0.73 0.75	0.33 0.41 0.47 0.52 0.56 0.61 0.65 0.67 0.71 0.73	0.39 0.47 0.53 0.58 0.62 0.66 0.69 0.71 0.74 0.75	0.36 0.44 0.49 0.54 0.58 0.63 0.66 0.69 0.72 0.74	0.33 0.41 0.47 0.52 0.56 0.61 0.65 0.67 0.71 0.73	0.33 0.41 0.47 0.52 0.56 0.61 0.65 0.67 0.71 0.73		

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones																																																																																									
					Techo		70%		50%		30%																																																																																			
					Parades		50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%																																																																																
					Indice local		Coeficiente de utilización																																																																																							
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho, 700 ó 1000 w. Vap. merc. color corr.		0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.47	0.45	I	0.57	0.54	0.52	0.57	0.54	0.52	0.54	0.52	H	0.62	0.59	0.57	0.62	0.59	0.57	0.59	0.57	G	0.66	0.63	0.61	0.66	0.63	0.61	0.63	0.61	F	0.69	0.67	0.64	0.69	0.66	0.64	0.66	0.64	E	0.73	0.71	0.68	0.72	0.70	0.68	0.69	0.68	D	0.75	0.73	0.71	0.74	0.72	0.70	0.71	0.70	C	0.77	0.75	0.73	0.76	0.74	0.72	0.73	0.72	B	0.78	0.77	0.75	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	A	0.80	0.78	0.77	0.78	0.77	0.76	0.76	0.75
	Directa  Aluminio grandes alturas con cristal, 700 ó 1000 w. Vapor mercurio, color corregido		0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.45	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40	0.42	0.40	I	0.51	0.48	0.47	0.50	0.48	0.46	0.48	0.46	H	0.55	0.53	0.51	0.55	0.52	0.51	0.52	0.50	G	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	F	0.61	0.59	0.57	0.61	0.58	0.57	0.58	0.57	E	0.64	0.62	0.60	0.63	0.61	0.60	0.61	0.60	D	0.66	0.64	0.63	0.65	0.64	0.62	0.63	0.62	C	0.67	0.65	0.64	0.66	0.65	0.63	0.64	0.63	B	0.69	0.68	0.66	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	A	0.70	0.69	0.67	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66
	Directa  Ventilada para bajas alturas 400 w H33-1-GL/C		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J	0.35	0.32	0.29	0.35	0.31	0.29	0.31	0.29	I	0.43	0.39	0.37	0.43	0.39	0.37	0.39	0.37	H	0.49	0.45	0.42	0.49	0.45	0.42	0.45	0.42	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.50	0.47	0.50	0.47	F	0.59	0.55	0.52	0.58	0.54	0.52	0.54	0.51	E	0.64	0.60	0.58	0.63	0.60	0.57	0.59	0.57	D	0.67	0.64	0.61	0.66	0.63	0.61	0.62	0.60	C	0.69	0.66	0.64	0.68	0.66	0.63	0.65	0.63	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.69	0.67	0.68	0.67	A	0.74	0.72	0.70	0.73	0.71	0.69	0.70	0.68
	Directa  Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w H33-1-DN/C		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.30	0.27	I	0.44	0.39	0.35	0.43	0.39	0.35	0.38	0.35	H	0.50	0.46	0.42	0.50	0.45	0.42	0.45	0.42	G	0.57	0.52	0.48	0.56	0.52	0.48	0.51	0.48	F	0.62	0.57	0.54	0.61	0.67	0.53	0.56	0.53	E	0.69	0.64	0.61	0.67	0.63	0.60	0.63	0.60	D	0.73	0.69	0.66	0.71	0.68	0.65	0.67	0.65	C	0.76	0.72	0.69	0.74	0.72	0.68	0.70	0.68	B	0.79	0.75	0.74	0.78	0.75	0.73	0.74	0.72	A	0.81	0.79	0.76	0.80	0.77	0.76	0.76	0.75
	Directa  Intemperie dura. Haz ancho. 400 w H33-1-CD		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.32	0.29	0.27	0.32	0.29	0.27	0.29	0.27	I	0.40	0.37	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.34	H	0.45	0.42	0.39	0.44	0.42	0.39	0.41	0.39	G	0.49	0.46	0.44	0.49	0.46	0.44	0.46	0.44	F	0.52	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.49	0.47	E	0.56	0.54	0.52	0.56	0.53	0.51	0.53	0.51	D	0.59	0.57	0.55	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	C	0.61	0.58	0.56	0.60	0.58	0.56	0.57	0.56	B	0.63	0.61	0.59	0.62	0.60	0.59	0.59	0.58	A	0.64	0.62	0.61	0.63	0.61	0.60	0.60	0.59
	Directa  Intemperie dura Haz estrecho. 400 w H33-1-CD		0.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J	0.42	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.39	I	0.48	0.45	0.44	0.47	0.45	0.44	0.45	0.44	H	0.50	0.48	0.47	0.50	0.48	0.47	0.48	0.47	G	0.54	0.52	0.50	0.53	0.51	0.50	0.51	0.50	F	0.56	0.54	0.52	0.55	0.53	0.52	0.53	0.52	E	0.58	0.56	0.55	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54	D	0.60	0.58	0.57	0.59	0.58	0.56	0.57	0.56	C	0.61	0.59	0.58	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57	B	0.62	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	A	0.63	0.62	0.61	0.62	0.61	0.60	0.60	0.59
	Directa  Intemperie dura Haz medio 1000 w H34-12GV, H36-15GV		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.67 Malo 0.63	J	0.34	0.31	0.29	0.34	0.31	0.29	0.31	0.29	I	0.40	0.38	0.35	0.40	0.37	0.35	0.37	0.35	H	0.45	0.42	0.40	0.44	0.42	0.40	0.42	0.40	G	0.49	0.46	0.44	0.48	0.46	0.44	0.45	0.44	F	0.52	0.49	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47	E	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.50	0.52	0.50	D	0.57	0.55	0.53	0.56	0.54	0.53	0.54	0.53	C	0.58	0.57	0.55	0.57	0.56	0.54	0.55	0.54	B	0.60	0.59	0.58	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	A	0.62	0.60	0.59	0.60	0.59	0.58	0.58	0.57
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz ancho. 400 w H33-1-FY		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J	0.38	0.33	0.29	0.38	0.33	0.29	0.32	0.29	I	0.48	0.42	0.33	0.47	0.42	0.38	0.41	0.38	H	0.56	0.49	0.45	0.54	0.49	0.44	0.48	0.44	G	0.63	0.57	0.52	0.61	0.56	0.51	0.55	0.51	F	0.69	0.62	0.57	0.67	0.61	0.57	0.60	0.56	E	0.76	0.71	0.66	0.75	0.69	0.65	0.68	0.64	D	0.81	0.76	0.71	0.79	0.74	0.70	0.73	0.69	C	0.85	0.80	0.76	0.83	0.78	0.75	0.77	0.73	B	0.90	0.86	0.82	0.87	0.84	0.81	0.82	0.79	A	0.93	0.89	0.85	0.90	0.87	0.84	0.85	0.82
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz medio 400 w H33-1-HS		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J	0.49	0.44	0.41	0.48	0.44	0.41	0.44	0.41	I	0.58	0.53	0.50	0.57	0.53	0.49	0.52	0.49	H	0.65	0.60	0.56	0.64	0.59	0.56	0.58	0.56	G	0.72	0.66	0.62	0.70	0.65	0.62	0.64	0.61	F	0.76	0.71	0.67	0.75	0.70	0.66	0.69	0.66	E	0.82	0.77	0.74	0.80	0.76	0.73	0.74	0.72	D	0.86	0.82	0.78	0.83	0.80	0.77	0.78	0.75	C	0.89	0.85	0.80	0.86	0.83	0.80	0.81	0.78	B	0.92	0.89	0.86	0.89	0.87	0.84	0.84	0.82	A	0.95	0.92	0.89	0.91	0.89	0.87	0.86	0.85

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	70%			50%			30%		
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
					Indice local	Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12	12 ↑ ↓ 75		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.39 0.46 0.54 0.58 0.65 0.70 0.73 0.77 0.80	0.25 0.34 0.41 0.48 0.53 0.60 0.65 0.69 0.73 0.77	0.22 0.30 0.37 0.44 0.49 0.56 0.61 0.65 0.70 0.74	0.29 0.33 0.45 0.52 0.56 0.62 0.66 0.70 0.73 0.76	0.25 0.33 0.40 0.47 0.52 0.55 0.63 0.66 0.70 0.74	0.22 0.30 0.36 0.43 0.48 0.54 0.60 0.63 0.68 0.71	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.56 0.60 0.63 0.67 0.70	0.21 0.30 0.36 0.42 0.47 0.53 0.58 0.61 0.65 0.69
	Semidirecta  3 lámparas 40 w y "Slimline"	11 ↑ ↓ 74		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.39 0.46 0.53 0.58 0.65 0.69 0.72 0.76 0.78	0.25 0.34 0.41 0.48 0.53 0.60 0.64 0.68 0.72 0.76	0.22 0.31 0.37 0.44 0.49 0.56 0.61 0.65 0.70 0.73	0.30 0.34 0.40 0.47 0.52 0.59 0.62 0.66 0.70 0.75	0.25 0.33 0.37 0.43 0.48 0.55 0.59 0.66 0.70 0.77	0.22 0.30 0.36 0.42 0.47 0.54 0.58 0.63 0.67 0.71	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.56 0.60 0.63 0.67 0.70	0.22 0.30 0.36 0.42 0.47 0.53 0.58 0.61 0.65 0.69
	Semidirecta  2 lámparas T-12 con rejilla difusora de 23°	18 ↑ ↓ 60		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.35 0.41 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.67 0.69	0.23 0.30 0.36 0.42 0.46 0.53 0.57 0.60 0.64 0.66	0.20 0.27 0.33 0.39 0.43 0.49 0.54 0.57 0.62 0.64	0.26 0.33 0.39 0.45 0.49 0.54 0.57 0.59 0.62 0.64	0.22 0.30 0.35 0.41 0.45 0.50 0.54 0.56 0.60 0.62	0.20 0.27 0.32 0.37 0.41 0.47 0.51 0.54 0.58 0.60	0.22 0.29 0.34 0.39 0.43 0.47 0.51 0.54 0.58 0.60	0.19 0.26 0.31 0.36 0.40 0.45 0.49 0.51 0.55 0.58
	Semidirecta  2 lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.	18 ↑ ↓ 64		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.28 0.36 0.43 0.49 0.54 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73	0.23 0.32 0.38 0.44 0.49 0.55 0.60 0.63 0.67 0.70	0.20 0.28 0.34 0.40 0.45 0.51 0.57 0.60 0.63 0.68	0.27 0.35 0.41 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.66 0.68	0.20 0.28 0.33 0.38 0.42 0.48 0.54 0.57 0.60 0.66	0.20 0.27 0.32 0.37 0.41 0.47 0.51 0.54 0.58 0.61	0.20 0.27 0.32 0.37 0.41 0.47 0.51 0.54 0.58 0.61	0.20 0.27 0.32 0.37 0.41 0.47 0.51 0.54 0.58 0.61
	Semidirecta  Lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástico exterior	10 ↑ ↓ 62		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.24 0.31 0.36 0.42 0.46 0.51 0.54 0.57 0.60 0.63	0.19 0.26 0.31 0.36 0.40 0.46 0.50 0.53 0.57 0.60	0.15 0.21 0.26 0.32 0.36 0.41 0.45 0.49 0.53 0.57	0.23 0.29 0.34 0.39 0.43 0.48 0.51 0.55 0.59 0.62	0.19 0.25 0.29 0.34 0.38 0.43 0.47 0.50 0.54 0.58	0.15 0.21 0.26 0.31 0.35 0.40 0.44 0.48 0.51 0.55	0.18 0.23 0.28 0.33 0.37 0.41 0.45 0.49 0.53 0.57	0.15 0.20 0.25 0.30 0.34 0.38 0.42 0.46 0.50 0.54

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones										
					Techo	80%			70%			50%			
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
					Indice local	Coeficiente de utilización									
Incan- descente	Directa  Empotrada con lente primática.	0 ↑ ↓ 63		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.33 0.41 0.45 0.50 0.53 0.56 0.59 0.60 0.62 0.63	0.30 0.37 0.41 0.46 0.49 0.53 0.56 0.58 0.60 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.46 0.51 0.54 0.56 0.58 0.61	0.33 0.41 0.45 0.49 0.52 0.56 0.58 0.59 0.61 0.62	0.29 0.37 0.41 0.46 0.49 0.53 0.56 0.58 0.59 0.61	0.27 0.34 0.39 0.43 0.46 0.51 0.54 0.56 0.58 0.61	0.33 0.40 0.44 0.48 0.51 0.54 0.57 0.58 0.60 0.61	0.29 0.37 0.41 0.45 0.48 0.51 0.54 0.56 0.58 0.60	0.27 0.34 0.38 0.42 0.45 0.48 0.51 0.53 0.55 0.57
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin visera	18 ↑ ↓ 68		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.38 0.45 0.52 0.57 0.64 0.68 0.71 0.76 0.78	0.24 0.33 0.39 0.45 0.50 0.58 0.63 0.67 0.72 0.75	0.21 0.29 0.35 0.41 0.46 0.53 0.58 0.63 0.66 0.70	0.24 0.32 0.38 0.45 0.50 0.57 0.62 0.66 0.70 0.73	0.21 0.28 0.34 0.41 0.46 0.53 0.58 0.61 0.65 0.67	0.21 0.28 0.33 0.40 0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.67	0.21 0.28 0.33 0.39 0.44 0.51 0.56 0.60 0.63 0.66	0.21 0.28 0.33 0.38 0.43 0.48 0.53 0.57 0.60 0.63	
	Semidirecta  2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera	18 ↑ ↓ 63		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.29 0.36 0.44 0.50 0.55 0.61 0.67 0.68 0.72 0.74	0.24 0.33 0.39 0.43 0.49 0.56 0.60 0.64 0.69 0.71	0.22 0.29 0.35 0.41 0.46 0.52 0.57 0.62 0.66 0.69	0.24 0.32 0.38 0.44 0.49 0.55 0.60 0.64 0.68 0.72	0.22 0.29 0.34 0.40 0.45 0.51 0.56 0.60 0.64 0.68	0.22 0.29 0.33 0.39 0.44 0.50 0.55 0.60 0.64 0.68	0.22 0.29 0.33 0.38 0.43 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65	0.22 0.29 0.33 0.38 0.43 0.48 0.53 0.57 0.61 0.65	

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80%			70%			50%		
					Paredes			50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Indice local			Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de 1.20 o 2.40 m. Montaje de superficie	20 ↓ 73		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.43 0.36 0.30 0.49 0.42 0.37 0.55 0.47 0.42 0.62 0.55 0.50 0.67 0.61 0.56 0.71 0.65 0.60 0.76 0.71 0.66 0.81 0.76 0.71	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.41 0.35 0.31 0.49 0.42 0.36 0.53 0.47 0.41 0.60 0.53 0.49 0.66 0.60 0.55 0.70 0.63 0.59 0.74 0.69 0.65 0.78 0.74 0.70	0.22 0.20 0.17 0.34 0.28 0.24 0.40 0.34 0.30 0.46 0.40 0.36 0.50 0.44 0.40 0.57 0.52 0.47 0.62 0.57 0.52 0.65 0.61 0.56 0.69 0.65 0.62 0.73 0.69 0.67							
	Directa  2 lámparas empotradas con vidrio plano estrado	0 ↓ 53		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.26 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.44 0.41 0.49 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.52 0.50 0.48 0.53 0.52 0.50	0.25 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.43 0.41 0.48 0.46 0.44 0.49 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48 0.52 0.51 0.50	0.25 0.22 0.20 0.31 0.28 0.26 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47 0.51 0.50 0.49							
	Directa  2 lámparas empotradas con rejilla difusora de plástico de 45°	0 ↓ 52		1.0 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.35 0.32 0.41 0.38 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.34 0.32 0.40 0.37 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.41 0.48 0.45 0.43 0.49 0.48 0.46 0.51 0.49 0.48	0.24 0.21 0.18 0.29 0.26 0.24 0.33 0.30 0.28 0.37 0.34 0.32 0.39 0.37 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.43 0.41 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47							
	Directa  4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 30°	0 ↓ 59		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27 0.23 0.20 0.34 0.30 0.27 0.39 0.35 0.32 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.47 0.44 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.57 0.54 0.52 0.58 0.56 0.55	0.27 0.23 0.20 0.33 0.30 0.27 0.38 0.34 0.31 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.47 0.54 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54	0.26 0.23 0.20 0.33 0.29 0.27 0.37 0.34 0.31 0.42 0.38 0.36 0.45 0.42 0.39 0.48 0.46 0.43 0.51 0.49 0.47 0.53 0.50 0.49 0.55 0.53 0.51 0.56 0.55 0.54							
	Directa  8 lámparas empotradas con plástico	1 ↓ 61		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27 0.22 0.20 0.33 0.29 0.26 0.38 0.34 0.30 0.43 0.38 0.35 0.46 0.42 0.38 0.50 0.47 0.43 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.59 0.55 0.53 0.60 0.57 0.55	0.26 0.22 0.19 0.33 0.29 0.25 0.38 0.33 0.30 0.42 0.38 0.34 0.46 0.41 0.38 0.50 0.46 0.43 0.53 0.49 0.47 0.54 0.52 0.49 0.58 0.55 0.53 0.59 0.57 0.55	0.25 0.22 0.19 0.32 0.28 0.25 0.37 0.33 0.30 0.41 0.33 0.34 0.44 0.41 0.38 0.48 0.46 0.43 0.51 0.48 0.46 0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54							
	Directa  Cielo luminoso 50% de transmisión y 80% de reflexión en la cavidad	0 ↓ 69			Bueno 0.65 Medio 0.55 Malo 0.45	J I H G F E D C B A	0.22 0.18 0.15 0.30 0.25 0.22 0.36 0.31 0.27 0.42 0.37 0.33 0.46 0.41 0.37 0.52 0.48 0.44 0.57 0.53 0.49 0.60 0.56 0.53 0.63 0.60 0.57 0.66 0.63 0.61	10% reflectancia del suelo 30% reflectancia del suelo	0.22 0.18 0.15 0.31 0.25 0.22 0.37 0.32 0.28 0.44 0.38 0.34 0.50 0.43 0.39 0.57 0.51 0.46 0.62 0.57 0.52 0.66 0.61 0.57 0.71 0.67 0.63 0.74 0.71 0.67	* Eficacia para habitaciones de indice "A". Para habitaciones con otros indices la menor eficacia de la fuente debe ser estimada.						
	Directa  Techo con rejilla difusora visera de 45°. 80% de reflexión en la cavidad	0 ↓ 65		0 ↓ 55	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.23 0.19 0.16 0.30 0.26 0.23 0.36 0.31 0.28 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.37 0.49 0.46 0.43 0.52 0.49 0.47 0.55 0.52 0.49 0.58 0.55 0.53 0.60 0.58 0.56	Plástico Metal	0.26 0.23 0.21 0.33 0.30 0.28 0.37 0.34 0.32 0.40 0.39 0.36 0.43 0.41 0.39 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47 0.51 0.50 0.49 0.53 0.52 0.51	* Eficacia para habitaciones de indice "A". Para habitaciones con otros indices la menor eficacia de la fuente debe ser estimada.						
	Directa  3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 45° Montaje de superficie	1 ↓ 51		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.46 0.43 0.40 0.47 0.45 0.43 0.49 0.47 0.45 0.51 0.49 0.48		0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.42 0.40 0.47 0.44 0.42 0.49 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47	0.22 0.19 0.17 0.31 0.29 0.27 0.35 0.33 0.30 0.38 0.35 0.33 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.40 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.45 0.49 0.48 0.47						
	Directa  3 lámparas con plástico. Montaje de superficie	1 ↓ 50		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.33 0.29 0.27 0.36 0.32 0.30 0.40 0.37 0.34 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.39 0.47 0.44 0.42 0.49 0.46 0.45		0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44	0.19 0.16 0.14 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.38 0.35 0.34 0.41 0.38 0.37 0.43 0.43 0.39 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.44						

Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas inferior a	Factor de Mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80%			70%			50%		
					Paredes			50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Indice local	Coeficiente de utilización										
Fluorescente	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie	7 ↑ ↓ 58 	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.31 0.27 0.24 0.37 0.33 0.30 0.42 0.37 0.34 0.46 0.42 0.38 0.50 0.45 0.42 0.54 0.50 0.47 0.56 0.52 0.50 0.58 0.55 0.52 0.61 0.59 0.56 0.62 0.60 0.58	0.30 0.26 0.23 0.37 0.33 0.29 0.41 0.37 0.34 0.45 0.41 0.38 0.48 0.44 0.41 0.53 0.49 0.46 0.55 0.52 0.49 0.57 0.54 0.52 0.59 0.57 0.55 0.61 0.59 0.57	0.29 0.26 0.23 0.36 0.32 0.29 0.40 0.35 0.33 0.43 0.40 0.39 0.46 0.43 0.40 0.50 0.47 0.45 0.53 0.50 0.48 0.54 0.52 0.50 0.57 0.55 0.53 0.58 0.56 0.55								
	Directa  4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie	3 ↑ ↓ 52 	1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.28 0.24 0.22 0.34 0.30 0.27 0.38 0.34 0.31 0.41 0.37 0.35 0.44 0.40 0.38 0.47 0.44 0.42 0.50 0.47 0.44 0.51 0.49 0.46 0.53 0.51 0.49 0.55 0.53 0.51	0.28 0.24 0.22 0.33 0.30 0.27 0.37 0.34 0.31 0.40 0.37 0.35 0.43 0.40 0.37 0.47 0.44 0.41 0.49 0.46 0.44 0.50 0.48 0.45 0.52 0.50 0.48 0.53 0.52 0.50	0.27 0.24 0.22 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.46 0.45 0.50 0.49 0.48 0.51 0.50 0.49								
	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lado de plástico montaje de superficie	5 ↑ ↓ 56 	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.23 0.20 0.33 0.29 0.26 0.37 0.33 0.29 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.36 0.48 0.44 0.41 0.51 0.47 0.44 0.53 0.50 0.47 0.56 0.53 0.50 0.57 0.55 0.52	0.27 0.23 0.20 0.32 0.28 0.25 0.36 0.32 0.29 0.40 0.36 0.33 0.43 0.39 0.36 0.47 0.43 0.40 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.46 0.54 0.52 0.49 0.56 0.54 0.52	0.26 0.23 0.20 0.32 0.28 0.25 0.35 0.31 0.29 0.39 0.35 0.32 0.42 0.38 0.35 0.45 0.42 0.39 0.48 0.45 0.42 0.50 0.47 0.45 0.52 0.50 0.48 0.54 0.52 0.50								
	General Difusa  2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 35° x45° suspendida y con lados de plástico	47 ↑ ↓ 39 	1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.19 0.16 0.32 0.26 0.22 0.38 0.32 0.28 0.44 0.38 0.33 0.49 0.42 0.38 0.56 0.49 0.45 0.60 0.54 0.51 0.64 0.58 0.54 0.68 0.64 0.59 0.71 0.67 0.63	0.24 0.19 0.16 0.31 0.25 0.22 0.36 0.31 0.26 0.42 0.36 0.32 0.46 0.41 0.36 0.52 0.47 0.43 0.55 0.51 0.47 0.59 0.55 0.51 0.63 0.59 0.56 0.66 0.63 0.60	0.22 0.18 0.15 0.28 0.24 0.20 0.33 0.28 0.25 0.37 0.33 0.29 0.41 0.36 0.33 0.46 0.41 0.38 0.49 0.45 0.42 0.51 0.48 0.45 0.54 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52								
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico	51 ↑ ↓ 31 	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.19 0.16 0.30 0.25 0.21 0.36 0.30 0.26 0.41 0.35 0.31 0.46 0.40 0.35 0.52 0.46 0.42 0.57 0.51 0.47 0.60 0.55 0.50 0.64 0.60 0.56 0.67 0.63 0.60	0.23 0.18 0.16 0.29 0.24 0.20 0.34 0.29 0.25 0.39 0.33 0.30 0.43 0.38 0.33 0.49 0.43 0.39 0.52 0.48 0.44 0.55 0.51 0.47 0.59 0.56 0.52 0.61 0.58 0.56	0.21 0.17 0.15 0.26 0.22 0.19 0.30 0.26 0.23 0.34 0.30 0.27 0.37 0.33 0.30 0.42 0.38 0.34 0.44 0.41 0.38 0.47 0.43 0.41 0.49 0.47 0.45 0.51 0.49 0.47								
	Semiindirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y fondo de plástico	62 ↑ ↓ 14 	1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.16 0.11 0.07 0.21 0.15 0.12 0.26 0.20 0.16 0.32 0.25 0.20 0.36 0.30 0.24 0.42 0.36 0.31 0.46 0.40 0.36 0.50 0.44 0.40 0.54 0.50 0.45 0.57 0.53 0.50	0.15 0.10 0.06 0.19 0.15 0.12 0.23 0.19 0.15 0.28 0.23 0.19 0.33 0.26 0.22 0.38 0.33 0.27 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.36 0.48 0.44 0.41 0.51 0.48 0.44	0.12 0.08 0.07 0.16 0.12 0.08 0.19 0.15 0.12 0.23 0.18 0.15 0.25 0.21 0.18 0.29 0.25 0.22 0.32 0.29 0.25 0.34 0.31 0.28 0.37 0.34 0.32 0.39 0.36 0.34								
	Indirecta  Moldura sin reflector	Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores a las lámparas fluorescentes aumenta el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.		Bueno 0.60 Medio 0.50 malo 0.40	J I H G F E D C B A	0.11 0.09 0.06 0.15 0.12 0.10 0.18 0.15 0.12 0.22 0.18 0.16 0.25 0.21 0.19 0.29 0.26 0.22 0.33 0.30 0.28 0.35 0.32 0.30 0.36 0.34 0.32 0.39 0.38 0.36	0.09 0.07 0.06 0.13 0.10 0.08 0.16 0.13 0.10 0.20 0.16 0.14 0.21 0.19 0.17 0.25 0.22 0.20 0.28 0.26 0.24 0.31 0.28 0.26 0.32 0.30 0.28 0.35 0.34 0.32	0.07 0.05 0.04 0.09 0.07 0.06 0.10 0.09 0.07 0.13 0.11 0.10 0.15 0.13 0.11 0.17 0.15 0.14 0.20 0.19 0.17 0.21 0.20 0.19 0.22 0.21 0.20 0.24 0.23 0.23								
	Directa Con lámpara PAR 38,150 w. difusora. Visera de 45° emisión luminosa total, 1730 lúmenes	0 ↓ ↓ 62 	0.7 x Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J I H G F E D C B A	0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.58 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.62 0.60 0.59 0.63 0.62 0.60 0.64 0.63 0.61 0.65 0.64 0.63 0.66 0.65 0.64 0.66 0.66 0.65	0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.58 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.61 0.60 0.59 0.63 0.61 0.60 0.64 0.63 0.61 0.64 0.63 0.63 0.65 0.64 0.63 0.66 0.65 0.64	0.52 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.57 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.61 0.59 0.58 0.62 0.61 0.60 0.63 0.62 0.61 0.63 0.63 0.63 0.64 0.63 0.63 0.64 0.64 0.64								
	Indirecta Watts lúmenes 300 5360 500 9300 750 14600 Aro concentrador con lámpara de ampolla plateada	17 ↑ ↓ 2 	1.5 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.70 Medio 0.60 malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.13 0.07 0.04 0.18 0.11 0.07 0.23 0.15 0.10 0.28 0.20 0.15 0.33 0.25 0.19 0.40 0.32 0.26 0.45 0.38 0.32 0.49 0.42 0.37 0.54 0.50 0.43 0.58 0.53 0.48	0.12 0.07 0.04 0.16 0.10 0.06 0.20 0.14 0.09 0.25 0.18 0.13 0.29 0.22 0.17 0.35 0.28 0.23 0.39 0.33 0.28 0.43 0.37 0.32 0.47 0.43 0.38 0.50 0.46 0.43	0.10 0.06 0.03 0.13 0.08 0.05 0.16 0.11 0.07 0.19 0.14 0.10 0.22 0.16 0.12 0.26 0.20 0.16 0.29 0.24 0.20 0.31 0.26 0.23 0.34 0.31 0.28 0.36 0.33 0.30								

## REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

Superficie	Oficinas	Plantas Industriales	Escuelas	Residencias	Hospitales
Techo	80-92	80-90	70-90	60-90	80-92
Paredes	40-60	40-60	40-60	35-60	40-60
Piso	21-39	Mínimo 20	30-50	15-35	20-40

iv. -Estimar el factor de conservación. - En el funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la cantidad de luz obtenida del sistema:

- ° Pérdida en la emisión luminosa de la lámpara. La -- emisión luminosa media a lo largo de la vida de la -- lámpara es de 10 a 25% más baja que la inicial. El valor de esta disminución depende del tamaño.
- ° Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la - superficie reflectora o transmisora de la iluminaria y sobre las propias lámparas.
- ° Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de -- suciedad por las paredes y techos.

En las tablas de coeficientes de utilización que se mencionaron con anterioridad, los factores de conservación que

se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculadas para tres condiciones definidas, que son las si--guientes:

- ° Factor de mantenimiento bueno. - Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se lim--pian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.
- ° Factor de mantenimiento medio. - Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de --la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las --lámparas cuando se funden.
- ° Factor de mantenimiento malo. Cuando la atmósfera --es bastante sucia y la instalación tiene una conserva---ción deficiente.

v. - Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas.

El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N \text{ La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times FC}$$

$$N \text{ Lu} = \frac{N \text{ La}}{L \text{ L}}$$

donde:

- N La.- Número de lámparas
- E.- Nivel de iluminación en luxes
- S.- Superficie en metros cuadrados
- I.- Intesidad luminosa en lúmenes
- CU.- Coeficiente de utilización
- FC.- Factor de conservación
- N Lu.- Número de luminarias
- L L.- Lámparas por luminaria.

vi.- Determinar el emplazamiento de las luminarias.- El emplazamiento de las luminarias, depende en general de la arquitectura y dimensiones de la habitación, posición de las salidas existentes, tipo de luminarias, etc.

En las tablas mencionadas de coeficiente de utilización se tiene la columna "distancia entre lámparas inferior a" -- que proporciona las relaciones máximas permitidas entre la distancia entre lámparas y la altura de montaje, sobre el plano de trabajo, para los distintos tipos de lumina---rias. En la mayor parte de los casos, es necesario colocar las luminarias más próximas unas a otras, de lo - que estas relaciones máximas determinen. Con relación

a los equipos fluorescentes es recomendable que sean montados en líneas continuas.

Ejemplo:

Se tiene una oficina de 18.30 metros de ancho por 30.50 metros de largo y con una altura de su techo de 4.00 -- metros. La reflexión del techo es de 80% y la de las - paredes de 50%, con una buena conservación de luz para las luminarias y superficie de la habitación.

De acuerdo con el orden mencionado para efectuar el - - cálculo de alumbrado analizaremos este ejemplo.

- i. - De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación reco--mendados, para una oficina de este tipo nos marca, de - acuerdo con el I.E.S. 1000 luxes y con el S.M.I.I. 600 luxes. Trabajaremos con el valor recomendado por - -- I.E.S. de 1000 luxes.
- ii. - Se seleccionan luminarias fluorescentes de 4 x 40 W. de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montados a 0.61 metros por debajo del techo.
- iii. - De acuerdo con la tabla de índice del local, para este ca

## Fuentes Luminosas



Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.

Watts	Bulbo	Acabado	Base	Longitud máxima total (mm)	Filamento	Vida normal media (horas)	Flujo luminoso inicial (lúmenes)	Flujo luminoso medio (lúmenes)
25	A-19	Mat. int.	Media	100	C-9	1000	265	—
40	T-19	Blanco	Media	112	C-9	1350	420	—
60	T-19	Blanco	Media	112	CC-6	1350	785	—
75	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1085	—
100	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1535	—
50	T-21	Blanco	Media de 3 contac.	150	2CC-6	1350	595	—
100							1435	—
150							2030	—
100	PS-25	Blanco	Mogul de 3 contac.	173	2CC-6	1000	1500	—
200							3500	—
300							5000	—
150	T-21	Blanco	Media	160	CC-6	1350	2380	—
200	A-25	Blanco	Media	176	CC-6	750	3800	3500
		Mat. int. Claro						
300	PS-30	Mat. int. o Claro	Media	204	C-8	750	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9650
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15800
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7 A	1000	33300	27000

⊕ Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
<b>Proyectoras (3)</b>								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR-46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR-46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
<b>Reflectoras</b>								
30	R-20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R-30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R-30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R-40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4)R-40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4)R-40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4)R-40	Media	165	115	2800	3700	2500	Extensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	35	3100	6500	22000	Intensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	115	5400	6500	4800	Extensiva
500	R-57	Mogul	305	70	—	7850	—	Estrecha
500	R-52	Mogul	298	120	—	7850	—	Ancha
750	R-57	Mogul	305	70	—	12700	—	Estrecha
750	R-52	Mogul	298	120	—	12700	—	Ancha
1000	R-57	Mogul	305	70	—	17500	—	Estrecha

(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5°.

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

**Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.**

(1) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes) (3)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes) (4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida
<b>Precalentamiento</b>								
4-W T-5 6"	Miniat. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniat. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	200
8-W T-5 12"	Miniat. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniat. Biclav.	0.160	95	176	740	765	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	46	110	680	705	590	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90-W T-17 60" (5)	Mogul Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
<b>Precal. - Arranque Rápido</b>								
40-W T-12 48" (5) (6)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
<b>Arranque Rápido</b>								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
<b>Alta Emisión (7)</b>								
24" T-12 30-W	Retr. D.C. (11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
<b>Muy Alta Emisión (Super HI) (7) (8)</b>								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	6900	—	5800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	9100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12600	—
<b>Circular (7)</b>								
22-W T-9 8 1/2" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	795
32-W T-10 12" OD	Cuatro Clav.	0.430	80	205	1750	1830	1450	1500
40-W T-10 16" OD	Cuatro Clav.	0.415	108	205	2450	2530	2070	2120
<b>Arranque Instantáneo (9)</b>								
40-W T-12 48"	Media Biclav.	0.425	104	385	2700	2750	2460	2450
40-W T-17 60"	Mogul Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
<b>"Slimline" (10)</b>								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 38.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 56-W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3761
96" T-12 73.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 100°C. o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de precalentamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead-Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínima, de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25°C. y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "blanca fría" por los siguientes factores: alta eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 86 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

(6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al dar servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.

(8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos modelos de reactancias.

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA. y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retractil de doble contacto".

⊕ Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

Tipo de Lámpara	Tipo de Cebador	110 – 125 Volts			240 – 280 Volts		
		Sencillas	Dobles		Sencillas	Dobles	
			Tipo Serie	Tipo Lead-Lag		Tipo Serie	Tipo Lead Lag
Pre calentamiento							
48" T-12 40W (2)	FC-4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC-85	21	—	30	—	—	40
Arranque rapido	Corriente						
48" T-12 40W (2)	430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
"Slimline"							
48" T-12 38.5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73.5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
Alta Emisión							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	118 (3)	205 (3)	—
96" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
Muy Alta Emisión							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia

(2) Con lámparas de Pre calentamiento-Arranque rápido

(3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el propio de la reactancia

# Lámparas de Vapor de Mercurio

34

Designación ASA	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes a las 100 h.)	(1) Flujo Luminoso Medio (Lúmenes)
100 Watts H38-4 GS H38-4 JM H38-4 HT H38-4 JA/C H38-4 JA/W	C-H4-LG E-H4-LG L-H4-LG M-H4-LG M-H4/SW-LG	PAR-38 PAR-38 BT-25 BT-25 BT-25	Clara, Reflector Intensivo Clara, Reflector Extensivo Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	— — 28 28 28	138 138 187 187 187	— — 127 127 127	2400 2400 3650 3350 4000	1440 1440 2960 2580 2840
175 Watts H39-22 KB H39-22 KC/C H39-22 KC/W	A-H22-LG B-H22-LG B-H22/SW-LG	BT-28 BT-28 BT-28	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	51 51 51	211 211 211	127 127 127	7800 7500 8050	6700 6350 6500
250 Watts H37-5 KB H37-5 KC/C H37-5 KC/W H37-5 KC/X	C-H5-LG D-H5-LG D-H5/SW-LG D-H5/X-LG	BT-28 BT-28 BT-28 BT-28	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo	54 54 54 54	211 211 211 211	127 127 127 127	12000 11500 13000 8600	10300 9650 10300 6950
400 Watts (2) H33-1 -CD H33-1 -GL/C H33-1 -GL/W H33-1 -GL/X H33-1 -GL/Y H33-1 -FY H33-1 -HC H33-1 DN/C H33-1 -DN/W H33-1 -DN/X H33-1 -LN H33-1 -FS/C H33-1 -FS/X	E-H1-LG J-H1-LG J-H1/SW-LG J-H1/X-LG J-H1/Y-LG K-H1-LG L-H1-LG P-H1-LG P-H1/SW-LG P-H1/X-LG ————— ————— —————	BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57 R-57 R-57 R-57 R-60 R-60 R-60	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Amarilla Mat. Int. Refl. Haz Ancho Mat. Int. Refl. Haz Medio Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora Blanca de Lujo Semi Reflect. Blanca Normal Haz Abierto Blanca de Alta Emisión Haz Abierto Blanca de Lujo Alta Emisión	70 70 70 70 70 — — 70 70 70 — — —	292 292 292 292 292 324 324 324 324 324 276 276 276	177 177 177 177 177 — — 217 217 217 — — —	21500 2100 24000 15000 11500 18500 17500 21000 24000 15000 17200 15000 11000	18900 18200 19700 12700 9550 16400 15200 19000 20100 13000 15000 1320 9350
425 Watts H40-17 MA H40-17 GL/C H40-17 GL/W H40-17 DN/C H40-17 DN/W	A-H17-LG B-H17-LG B-H17/SW-LG C-H17-LG C-H17/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora	89 89 89 89 89	292 292 292 324 324	177 177 177 217 217	21500 21000 24000 21000 24000	13900 18200 19700 19000 20100
430 Watts 6,6 Amperes H41-24 CD H41-24 GL/C H41-24 GL/W	A-H24-LG B-H24-LG B-H24/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	65 65 65	292 292 292	177 177 177	20000 18500 22000	15600 14100 16000
700 Watts H35-18 NA H35-18 ND/C H35-18 ND/W	A-H18-LG B-H18-LG B-H18/SW-LG	BT-46 BT-46 BT-46	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	127 127 127	368 368 368	241 241 241	37000 36000 41000	31600 30600 33200
1000 Watts H34-12 GV H34-12 GW/C H34-12 GW/W H34-12 GW/X H34-12 KY/C H34-12 KY/W H36-15 GV H36-15 GW/C H36-15 GW/W H36-15 GW/X H36-15 KY/C H36-15 KY/W H36-15 FB H36-15 FA/C	A-H12-LG C-H12-LG C-H12/SW-LG C-H12/X-LG D-H12-LG D-H12/SW-LG A-H15-LG B-H15-LG B-H15/SW-LG B-H15/X-LG D-H15-LG D-H15/SW-LG ————— —————	BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 R-80 R-80	Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Blanca Normal Semi Reflectora Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora Clara Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Lujo Blanca Normal Semi Reflectora Blanca Normal Emisión Semi Reflectora Blanca Normal Haz Abierto Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	127 127 127 127 127 127 152 152 152 152 152 152 — —	390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 352 352	241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 — —	55000 52000 60000 40000 53500 57000 57000 54000 62000 42000 55000 59000 45500 40000	44500 41300 46600 30600 42500 44700 46000 43000 47100 32100 43700 46300 34100 30000
300 Watts H9 X - J	A-H9	T-91/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	10800

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFE GUARD es de 12,000 a 16,000 horas, y la de lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que las dimensiones físicas lo permitan, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirlas.

so el valor es: "A". El coeficiente de utilización, de acuerdo con la tabla correspondiente, para un local de 80% de reflectancia del techo y de 50% de las paredes es 0.67 metros.

iv.- De la misma tabla de coeficiente de utilización, obtenemos un factor de mantenimiento de 0.70 metros.

v.- Sustituyendo los valores anteriores en la expresión correspondiente para el cálculo del número de luminarias y de acuerdo con las características de una lámpara fluorescente de 40 watts, la que tiene 2900 lúmenes, obtenemos:

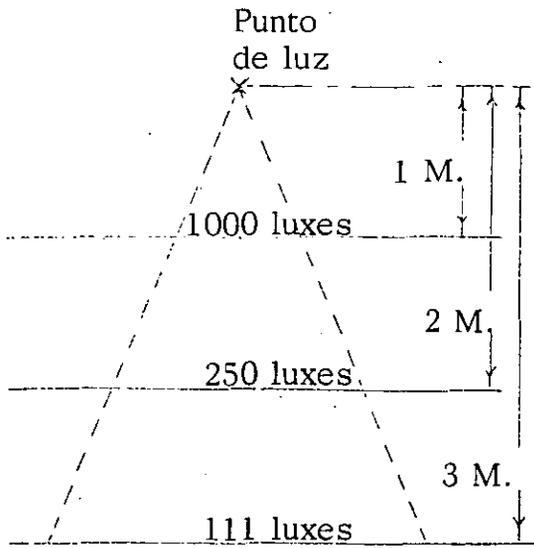
$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

vi.- Con relación a las dimensiones de la oficina, una distribución de 8 filas de 13 luminarias cada una proporciona una iluminación satisfactoria, con una separación dentro del máximo recomendado.

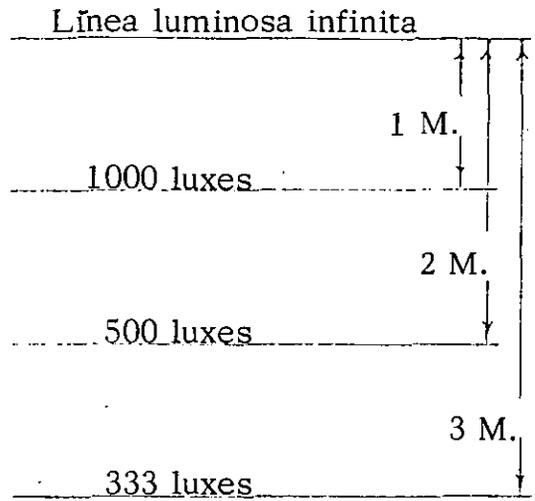
Método de punto por punto.

Este método se basa en la cantidad real de luz que se ha producido en cada punto del área iluminada. Esto requiere un conocimiento de la forma según la cual la luz se distribuye desde las diversas fuentes de iluminación que se tienen para tal efecto. Se tienen las siguientes relaciones fundamentales:

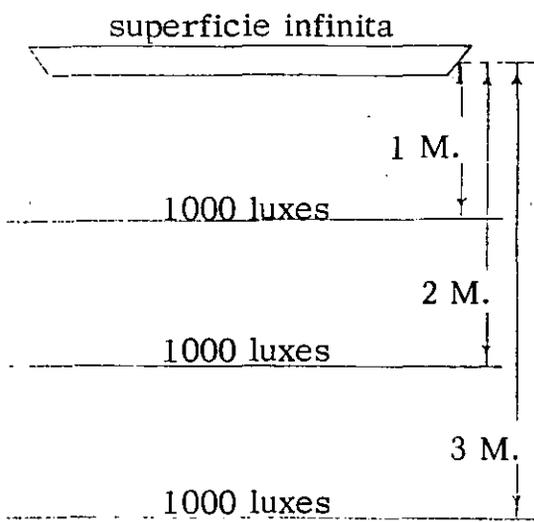
- i. - Fuentes puntiformes. - La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.
- ii. - Fuentes lineales de longitud infinita. - La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.
- iii. - Fuente superficial de área infinita. - La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos límites



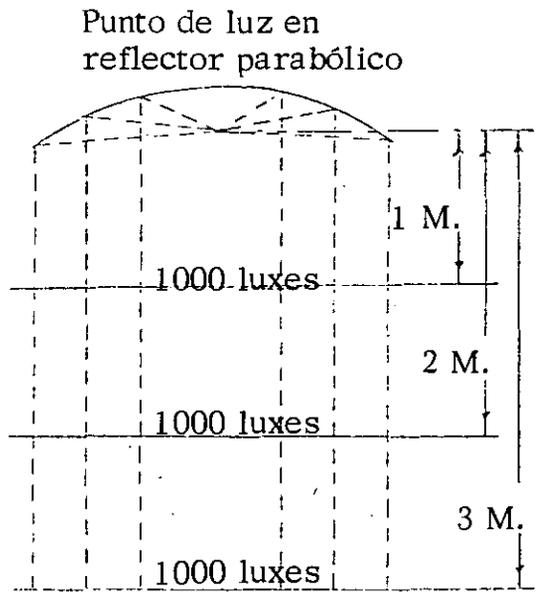
i. - Fuentes puntiformes



ii. - Fuentes lineales de longitud infinita.



iii - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

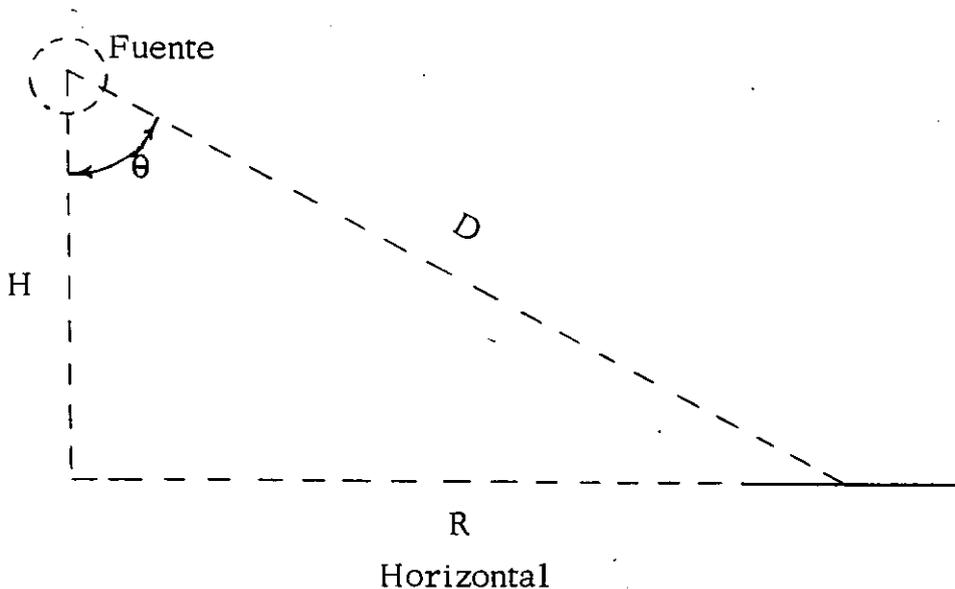
- iv. - Haz paralelo de luz. - La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo. - La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz.

Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntiforme que radia uniformemente en todas las direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se

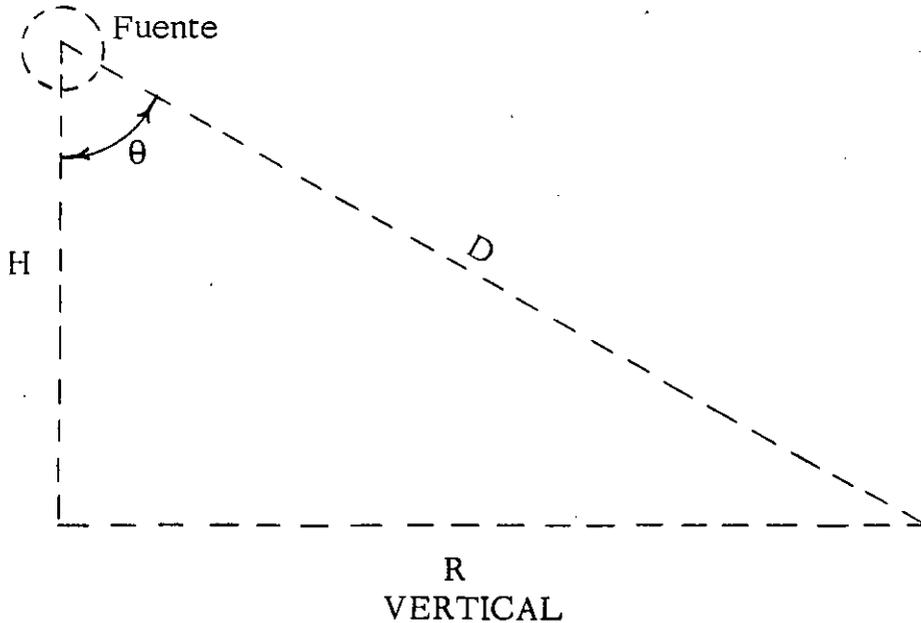
podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la iluminación, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

En los casos en que se den estas condiciones, y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} \quad (\text{superficie horizontal})$$



$$E = \frac{I \times \text{sen } \theta}{D^2} \quad (\text{superficie vertical})$$



donde:

$E$ = Nivel de iluminación en luxes

$I$ = Intensidad luminosa en candelas

$D$ = Distancia de la fuente luminosa al lugar iluminado, en metros.

Y como:

$$\text{seno } \theta = \frac{R}{D} \quad \text{y, } \text{coseno } \theta = \frac{H}{D}$$

Las fórmulas pueden escribirse de la forma siguiente:

En el plano horizontal:

$$E = \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \theta \times \sin \theta}{H^2}$$

Para facilitar el cálculo de los niveles de iluminación en el plano horizontal, se tienen las tablas que se anexan las que se usarán - siguiendo los tres puntos siguientes:

- i. - Determinar el ángulo en grados de la figura anterior - por medio de la tabla.
- ii. - De la curva de distribución luminosa de la fuente de luz, determinar la intensidad luminosa de la fuente, en la dirección correspondiente al punto de que se trata.
- iii. - Multiplicar la intensidad luminosa (candelas) hallada -- en el punto 2 por el factor de multiplicación que es la cifra inferior de cada casilla de la tabla, y luego dividir el resultado por la intensidad luminosa ( 100 o --- 100000 candelas ) sobre el que se base la parte de la

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"

Números superiores: Angulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.

Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m.)													
	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95
	LUX POR CADA 100 CANDELAS													
0.60	0° 250.00	27° 174.50	45° 88.50	56° 42.75	61° 22.45	68° 12.98	71° 8.02	74° 5.28	76° 3.55	78° 2.55	79° 1.90	80° 1.62	81° 1.13	81° 0.90
0.90	0° 111.10	18° 93.00	34° 64.00	45° 39.33	53° 24.00	59° 15.22	63° 10.00	67° 6.80	69° 4.77	72° 3.56	73° 2.64	75° 2.05	76° 1.61	77° 1.26
1.20	0° 62.50	14° 57.07	27° 44.72	37° 32.00	45° 22.10	51° 15.24	56° 10.66	60° 7.64	63° 5.59	66° 4.19	68° 3.20	70° 2.49	72° 1.98	73° 1.59
1.50	0° 40.00	11° 37.21	22° 32.02	31° 25.22	39° 19.04	45° 14.14	50° 10.50	54° 7.85	58° 5.95	61° 4.58	63° 3.58	66° 2.83	67° 2.28	69° 1.85
1.80	0° 27.78	9° 26.73	18° 23.72	27° 19.87	34° 16.00	40° 12.60	45° 9.82	49° 7.66	53° 6.00	56° 4.74	59° 3.78	61° 3.05	63° 2.49	66° 2.05
2.10	0° 20.41	8° 19.80	16° 18.14	23° 15.85	30° 13.24	36° 11.00	41° 8.93	45° 7.22	49° 5.83	52° 4.73	55° 3.85	58° 3.16	60° 2.61	62° 2.18
2.45	0° 15.63	7° 15.27	14° 14.27	21° 12.83	27° 11.11	32° 9.53	37° 8.00	41° 6.72	45° 5.52	48° 4.58	51° 3.81	54° 3.18	56° 2.67	58° 2.25
2.75	0° 12.35	6° 12.12	13° 11.49	19° 10.54	24° 9.43	29° 8.25	34° 7.11	38° 6.07	42° 5.15	45° 4.37	48° 3.70	51° 3.14	53° 2.67	55° 2.28
3.05	0° 10.00	5° 9.43	11° 9.43	17° 8.79	22° 8.01	27° 7.16	31° 6.31	35° 5.50	39° 4.76	42° 4.11	45° 3.54	48° 3.05	50° 2.63	52° 2.27
3.35	0° 8.26	5° 8.16	10° 8.16	15° 7.87	20° 7.42	24° 6.86	28° 6.23	32° 5.59	36° 4.96	40° 4.37	43° 3.83	45° 3.35	48° 2.92	50° 2.53
3.65	0° 6.94	4° 6.87	9° 6.87	14° 6.87	19° 6.34	23° 5.93	27° 5.46	31° 4.97	34° 4.48	37° 4.00	40° 3.56	43° 3.15	45° 2.78	47° 2.46
3.95	0° 5.92	4° 5.87	9° 5.87	13° 5.87	17° 5.47	21° 5.17	25° 4.83	29° 4.47	32° 4.08	35° 3.66	38° 3.29	41° 2.95	43° 2.63	45° 2.09
4.25	0° 5.10	4° 5.06	8° 5.06	12° 5.06	16° 4.72	20° 4.44	24° 4.16	28° 3.86	31° 3.54	34° 3.24	37° 2.94	40° 2.64	42° 2.33	44° 2.01
4.55	0° 4.44	4° 4.42	8° 4.42	11° 4.42	15° 4.19	19° 4.01	23° 3.80	27° 3.56	30° 3.31	33° 3.05	36° 2.80	39° 2.56	41° 2.31	43° 2.12
4.90	0° 3.91	3° 3.88	7° 3.88	11° 3.88	14° 3.71	18° 3.57	22° 3.39	26° 3.21	29° 3.00	32° 2.79	35° 2.59	38° 2.38	40° 2.19	42° 2.00
5.20	0° 3.46	3° 3.44	7° 3.44	10° 3.44	13° 3.31	17° 3.19	21° 3.06	25° 2.90	28° 2.74	31° 2.58	34° 2.39	37° 2.22	39° 2.05	41° 1.89
5.50	0° 3.09	3° 3.07	6° 3.07	9° 3.07	12° 2.97	16° 2.87	20° 2.76	24° 2.64	27° 2.50	30° 2.36	33° 2.23	36° 2.06	38° 1.92	40° 1.78
5.80	0° 2.77	3° 2.76	6° 2.73	9° 2.73	12° 2.67	16° 2.60	20° 2.51	24° 2.40	27° 2.29	30° 2.17	33° 2.05	36° 1.92	38° 1.80	40° 1.67
6.10	0° 2.50	3° 2.49	6° 2.46	9° 2.46	12° 2.42	16° 2.36	20° 2.28	24° 2.19	27° 2.10	30° 2.00	33° 1.90	36° 1.80	38° 1.68	40° 1.47

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

6-31

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	LUX POR CADA 100.000 CANDELAS													
	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95
	LUX POR CADA 100.000 CANDELAS													
6.40	0° 2.27	3° 2.26	6° 2.23	9° 2.20	12° 2.15	16° 2.10	20° 2.04	24° 1.99	27° 1.95	30° 1.92	33° 1.87	36° 1.84	38° 1.81	40° 1.79
6.70	0° 2.07	3° 2.06	6° 2.03	9° 2.01	12° 1.96	16° 1.92	20° 1.85	24° 1.79	27° 1.74	30° 1.71	33° 1.64	36° 1.55	38° 1.48	40° 1.40
7.00	0° 1.89	3° 1.89	6° 1.87	9° 1.84	12° 1.81	16° 1.76	20° 1.71	24° 1.65	27° 1.59	30° 1.55	33° 1.46	36° 1.39	38° 1.32	40° 1.25
7.30	0° 1.74	3° 1.73	6° 1.71	9° 1.67	12° 1.66	16° 1.63	20° 1.58	24° 1.54	27° 1.48	30° 1.43	33° 1.37	36° 1.30	38° 1.24	40° 1.18
7.60	0° 1.60	3° 1.60	6° 1.58	9° 1.57	12° 1.54	16° 1.51	20° 1.47	24° 1.43	27° 1.38	30° 1.33	33° 1.26	36° 1.23	38° 1.17	40° 1.12
8.25	0° 1.37	3° 1.37	6° 1.36	9° 1.35	12° 1.33	16° 1.30	20° 1.28	24° 1.24	27° 1.21	30° 1.17	33° 1.13	36° 1.09	38° 1.05	40° 1.00
9.15	0° 1.11	3° 1.11	6° 1.10	9° 1.09	12° 1.08	16° 1.07	20° 1.05	24° 1.01	27° 1.00	30° 0.98	33° 0.95	36° 0.92	38° 0.89	40° 0.86
10.05	0° 0.92	3° 0.92	6° 0.91	9° 0.91	12° 0.90	16° 0.89	20° 0.87	24° 0.86	27° 0.84	30° 0.84	33° 0.82	36° 0.80	38° 0.78	40° 0.74
11.00	0° 0.77	3° 0.77	6° 0.77	9° 0.76	12° 0.76	16° 0.75	20° 0.74	24° 0.73	27° 0.72	30° 0.70	33° 0.69	36° 0.67	38° 0.66	40° 0.64
12.20	0° 0.61	3° 0.62	6° 0.62	9° 0.62	12° 0.62	16° 0.61	20° 0.60	24° 0.60	27° 0.59	30° 0.58	33° 0.57	36° 0.56	38° 0.55	40° 0.54
13.70	0° 0.49	3° 0.49	6° 0.49	9° 0.49	12° 0.49	16° 0.49	20° 0.48	24° 0.48	27° 0.47	30° 0.47	33° 0.46	36° 0.45	38° 0.45	40° 0.44
15.25	0° 0.40	3° 0.40	6° 0.40	9° 0.40	12° 0.40	16° 0.40	20° 0.39	24° 0.39	27° 0.39	30° 0.38	33° 0.38	36° 0.37	38° 0.37	40° 0.36
16.75	0° 0.33	3° 0.33	6° 0.33	9° 0.33	12° 0.33	16° 0.33	20° 0.32	24° 0.32	27° 0.32	30° 0.31	33° 0.31	36° 0.31	38° 0.31	40° 0.31
18.30	0° 0.28	3° 0.28	6° 0.28	9° 0.28	12° 0.28	16° 0.28	20° 0.27	24° 0.27	27° 0.27	30° 0.27	33° 0.27	36° 0.26	38° 0.26	40° 0.26
21.35	0° 0.20	3° 0.20	6° 0.20	9° 0.20	12° 0.20	16° 0.20	20° 0.20	24° 0.20	27° 0.20	30° 0.20	33° 0.20	36° 0.20	38° 0.20	40° 0.19

DISENO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

6-35

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)  
 Números superiores: Angulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.  
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

		DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
		3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.65	12.20	15.25
Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	LUX POR CADA 100 CANDELAS														
	0.60	81° 0.90	82° 0.70	82° 0.51	81° 0.48	80° 0.38	84° 0.25	85° 0.20	85° 0.15	86° 0.11	86° 0.08	86° 0.07	87° 0.04	87° 0.03	87° 0.00
	0.90	77° 1.26	82° 1.00	79° 0.84	82° 0.70	81° 0.50	81° 0.36	82° 0.27	83° 0.21	83° 0.16	84° 0.12	84° 0.11	85° 0.07	85° 0.04	85° 0.02
	1.20	73° 1.59	76° 1.30	75° 1.07	76° 0.90	78° 0.64	79° 0.47	80° 0.37	81° 0.28	81° 0.22	82° 0.18	82° 0.15	84° 0.09	84° 0.06	86° 0.03
	1.50	69° 1.85	70° 1.53	72° 1.26	73° 1.06	75° 0.77	76° 0.57	77° 0.44	78° 0.34	79° 0.27	80° 0.22	81° 0.17	82° 0.10	83° 0.08	84° 0.04
	1.80	66° 2.05	67° 1.70	68° 1.42	69° 1.20	71° 0.88	71° 0.64	75° 0.51	76° 0.40	77° 0.32	78° 0.26	79° 0.21	80° 0.11	81° 0.09	83° 0.03
	2.10	62° 2.18	63° 1.81	65° 1.54	66° 1.31	69° 0.97	71° 0.74	72° 0.57	74° 0.45	75° 0.36	76° 0.29	77° 0.24	78° 0.16	80° 0.10	82° 0.04
	2.45	58° 2.25	60° 1.91	62° 1.63	63° 1.40	66° 1.05	68° 0.80	70° 0.61	72° 0.50	73° 0.40	74° 0.32	75° 0.26	77° 0.18	78° 0.12	81° 0.05
	2.75	55° 2.28	57° 1.96	59° 1.68	61° 1.46	64° 1.10	66° 0.85	68° 0.67	70° 0.53	71° 0.43	72° 0.35	73° 0.29	76° 0.19	77° 0.13	80° 0.06
	3.05	52° 2.27	54° 1.96	56° 1.71	58° 1.49	61° 1.15	63° 0.89	66° 0.71	67° 0.57	69° 0.46	70° 0.39	72° 0.31	74° 0.21	76° 0.14	79° 0.08
	3.35	50° 2.21	52° 1.95	54° 1.71	56° 1.50	59° 1.17	61° 0.92	63° 0.74	65° 0.60	67° 0.49	69° 0.40	70° 0.34	73° 0.23	75° 0.15	78° 0.09
	3.65	49° 2.17	51° 1.91	53° 1.69	55° 1.50	58° 1.19	60° 0.94	61° 0.76	63° 0.65	65° 0.51	67° 0.43	68° 0.36	71° 0.24	73° 0.17	76° 0.09
	3.95	45° 2.09	47° 1.87	49° 1.66	51° 1.48	54° 1.19	56° 0.96	58° 0.78	60° 0.64	62° 0.53	63° 0.44	65° 0.37	70° 0.25	72° 0.17	76° 0.10
	4.25	43° 2.01	45° 1.80	47° 1.62	49° 1.46	52° 1.18	55° 0.96	58° 0.79	60° 0.65	62° 0.54	63° 0.46	65° 0.39	68° 0.26	71° 0.19	75° 0.11
	4.55	41° 1.92	43° 1.74	45° 1.57	47° 1.42	50° 1.17	53° 0.96	56° 0.79	58° 0.66	60° 0.55	62° 0.47	63° 0.40	67° 0.27	69° 0.19	73° 0.11
	4.90	39° 1.83	41° 1.67	43° 1.52	45° 1.38	48° 1.15	51° 0.95	54° 0.80	56° 0.67	58° 0.56	60° 0.48	62° 0.41	66° 0.28	68° 0.20	72° 0.12
5.20	37° 1.74	39° 1.59	41° 1.46	43° 1.34	47° 1.12	50° 0.94	52° 0.79	55° 0.69	57° 0.57	59° 0.48	60° 0.42	64° 0.29	67° 0.21	71° 0.12	
5.50	36° 1.65	38° 1.52	40° 1.40	42° 1.29	45° 1.09	48° 0.92	51° 0.79	53° 0.67	55° 0.57	57° 0.49	59° 0.42	63° 0.30	66° 0.21	70° 0.12	
5.80	34° 1.56	36° 1.45	38° 1.34	40° 1.24	43° 1.06	46° 0.90	49° 0.77	52° 0.66	54° 0.57	56° 0.49	58° 0.42	62° 0.30	65° 0.22	69° 0.13	
6.10	33° 1.47	35° 1.37	37° 1.27	39° 1.19	42° 1.01	45° 0.88	48° 0.76	50° 0.66	52° 0.57	54° 0.49	56° 0.41	60° 0.30	63° 0.22	67° 0.13	

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	6.40	32° 1.38	34° 1.31	36° 1.22	37° 1.14	41° 0.96	44° 0.84	46° 0.75	48° 0.65	50° 0.56	51° 0.49	53° 0.41	56° 0.31	62° 0.23	67° 0.14
	6.70	31° 1.32	33° 1.24	34° 1.14	36° 1.09	39° 0.96	42° 0.84	45° 0.73	47° 0.64	50° 0.56	52° 0.49	54° 0.41	58° 0.31	63° 0.23	68° 0.14
	7.00	29° 1.25	31° 1.18	33° 1.11	35° 1.05	38° 0.92	41° 0.81	44° 0.71	46° 0.63	49° 0.55	51° 0.49	53° 0.41	57° 0.31	62° 0.23	65° 0.14
	7.30	28° 1.18	30° 1.12	32° 1.06	34° 1.00	37° 0.89	40° 0.79	43° 0.70	45° 0.61	47° 0.54	49° 0.48	51° 0.42	56° 0.31	59° 0.24	64° 0.14
	7.60	27° 1.12	29° 1.06	31° 1.01	33° 0.96	36° 0.86	39° 0.76	41° 0.68	44° 0.60	46° 0.53	48° 0.47	50° 0.42	55° 0.31	58° 0.24	63° 0.15
	8.25	26° 1.00	27° 0.96	29° 0.92	31° 0.87	34° 0.79	37° 0.71	39° 0.64	42° 0.57	44° 0.51	46° 0.46	48° 0.41	53° 0.31	56° 0.24	62° 0.15
	9.15	23° 0.86	25° 0.83	27° 0.80	29° 0.77	31° 0.70	34° 0.64	36° 0.58	39° 0.53	41° 0.48	43° 0.43	45° 0.39	49° 0.31	53° 0.24	59° 0.15
	10.05	22° 0.74	23° 0.72	25° 0.69	26° 0.67	29° 0.62	31° 0.58	34° 0.53	36° 0.49	39° 0.45	40° 0.41	42° 0.37	47° 0.30	50° 0.24	57° 0.15
	11.00	20° 0.64	21° 0.62	23° 0.61	24° 0.59	27° 0.55	29° 0.52	31° 0.48	34° 0.44	36° 0.41	38° 0.38	40° 0.35	44° 0.29	48° 0.23	54° 0.15
	12.20	18° 0.54	19° 0.53	21° 0.51	22° 0.50	24° 0.47	27° 0.45	29° 0.42	31° 0.39	33° 0.37	35° 0.34	37° 0.32	41° 0.27	45° 0.22	51° 0.15
	13.70	16° 0.44	17° 0.43	18° 0.42	20° 0.41	22° 0.40	24° 0.39	26° 0.36	28° 0.34	30° 0.32	32° 0.30	34° 0.28	38° 0.23	42° 0.19	48° 0.13
	15.25	15° 0.36	16° 0.36	18° 0.35	19° 0.35	21° 0.31	22° 0.32	24° 0.31	26° 0.29	28° 0.28	29° 0.27	31° 0.25	35° 0.22	39° 0.19	45° 0.13
	16.75	13° 0.31	14° 0.30	15° 0.30	16° 0.29	18° 0.28	20° 0.27	22° 0.26	24° 0.25	25° 0.24	27° 0.23	29° 0.22	33° 0.20	36° 0.18	42° 0.13
	18.30	12° 0.26	13° 0.26	14° 0.25	15° 0.25	17° 0.24	18° 0.24	20° 0.23	22° 0.22	23° 0.21	25° 0.21	27° 0.20	30° 0.18	34° 0.16	40° 0.13
	21.35	11° 0.19	11° 0.19	12° 0.19	13° 0.19	14° 0.19	16° 0.18	17° 0.18	19° 0.17	20° 0.17	22° 0.16	23° 0.16	27° 0.15	30° 0.13	36° 0.11
	LUX POR CADA 100.000 CANDELAS														
24.40	4° 150.40	10° 149.30	11° 148.20	11° 147.50	13° 144.90	14° 142.70	15° 140.30	17° 137.10	18° 134.40	19° 131.60	21° 127.90	24° 120.20	27° 111.40	32° 95.31	
30.50	7° 97.61	8° 97.12	9° 96.60	9° 96.10	10° 95.39	11° 94.39	12° 93.30	14° 91.25	15° 90.49	16° 89.14	18° 88.19	19° 86.40	22° 84.91	27° 71.40	
38.10	6° 62.97	6° 62.86	7° 62.62	7° 62.50	8° 62.09	9° 61.63	10° 61.13	11° 60.59	12° 60.01	13° 59.18	14° 58.72	16° 57.08	18° 55.21	22° 51.20	
45.70	4° 43.95	5° 43.87	5° 43.79	5° 43.70	6° 43.49	7° 43.24	8° 43.09	9° 42.80	10° 42.46	11° 42.16	12° 41.95	13° 41.82	15° 40.08	18° 38.11	
53.35	4° 32.38	4° 32.34	4° 32.30	4° 32.25	5° 32.13	5° 31.99	6° 31.91	7° 31.74	8° 31.64	9° 31.45	10° 31.24	11° 30.76	13° 30.24	16° 28.99	
60.95	3° 24.84	4° 24.82	4° 24.79	4° 24.76	5° 24.70	5° 24.63	6° 24.57	7° 24.46	8° 24.40	9° 24.15	10° 24.15	11° 23.80	13° 23.60	16° 22.87	

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

tabla que se ha utilizado.

El resultado así obtenido es la iluminación en luxes en ese punto.

Estas tablas también pueden utilizarse para calcular ni veles de iluminación sobre superficies verticales en -- puntos de un plano que sea normal al plano vertical -- que incluye a la fuente de luz y al punto. Cuando el - punto está sobre una superficie vertical que no es normal al plano vertical que contiene la fuente y al punto, se debe considerar el ángulo adicional.

Ejemplo:

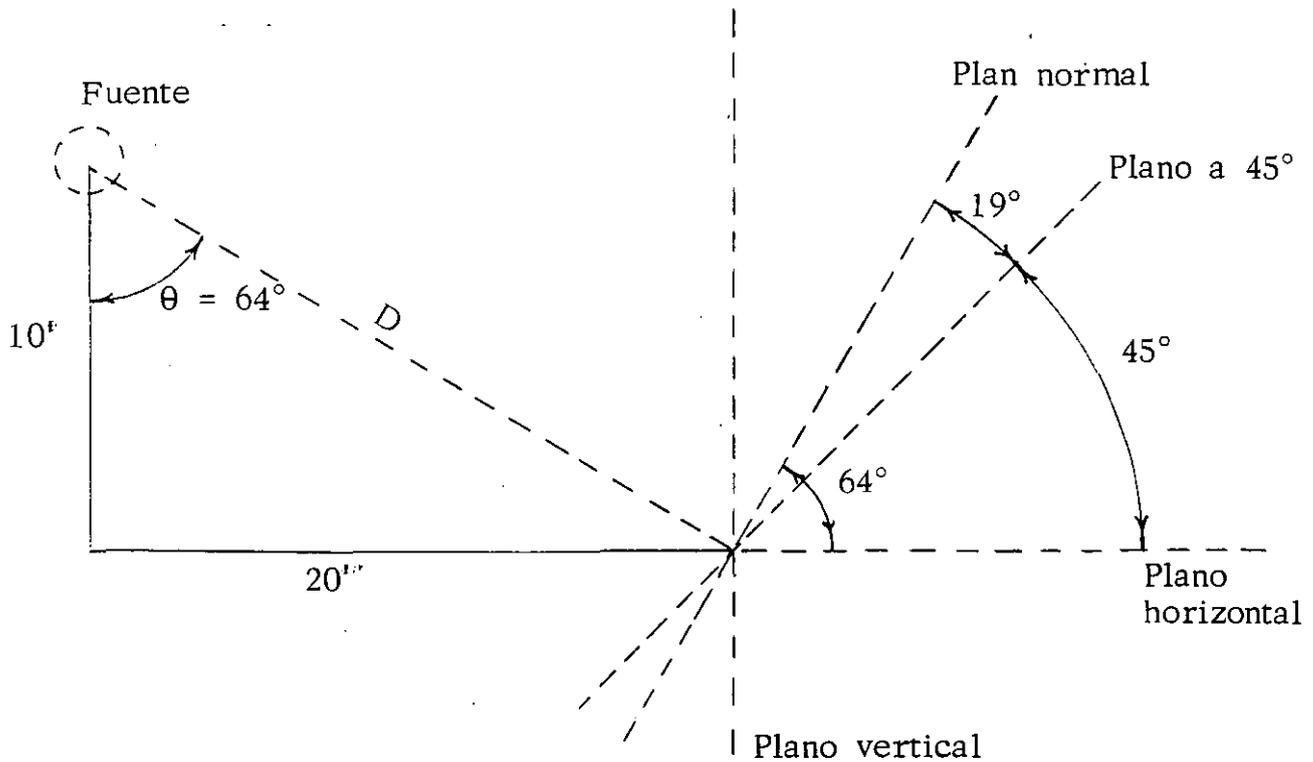
Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de -- una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determínese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.



Cálculos:

$$\tan \theta = 20/10 = 2.0$$

$$\theta = 64^\circ$$

$$E_n = 10/d^2 = 1000/500^* = 2 \text{ bujías-pie.}$$

$$E_n = E_n \cos \theta = (2) (\cos 64^\circ) = (2) (.44) = 0.88 \text{ bujías - pie.}$$

$$E_v = E_n \sen \theta = (2) (\sen 64^\circ) = (2) (.90) = 1.8 \text{ bujías - pies.}$$

$$E_{45^\circ} = E_n \cos 19^\circ = (2) (.95) = 1.9 \text{ bujías - pie.}$$

$$* d^2 = a^2 + b^2 + (20)^2 = 100 + 400 = 500$$

Cargas de alumbrado arquitectónica.

El fin primordial de éstas cargas es proporcionar los efectos de -  
contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las característi-  
cas particulares de una construcción, aunque en algunas ocasiones  
puede tener también fines utilitarios.

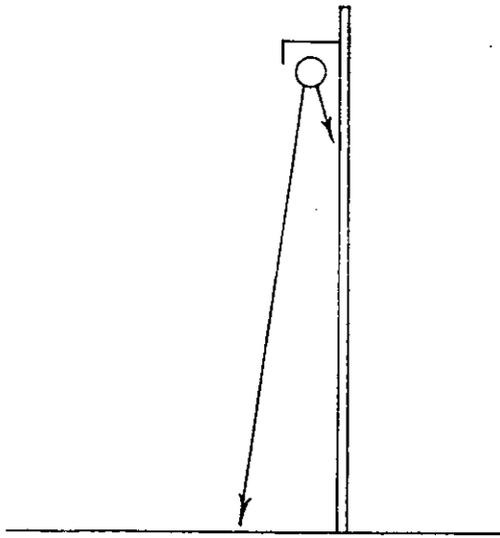
Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

- ° Con proyectores.
- ° Rasante.

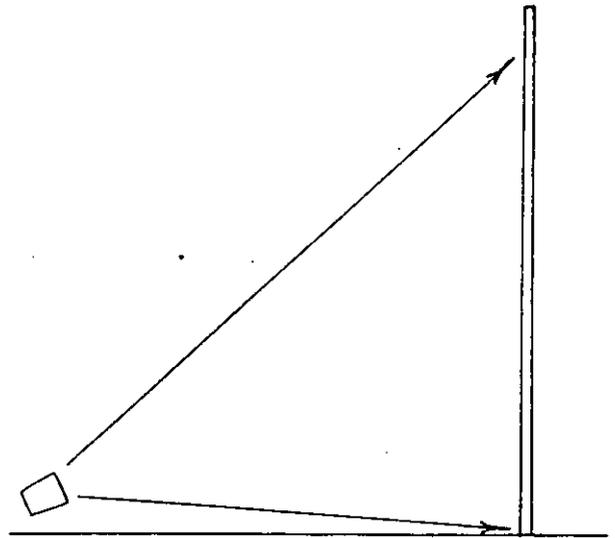
La carga con proyectores presenta un ángulo de incidencia grande,  
además de una iluminación uniforme. El problema que se tiene -  
con esta carga es el de su posición con el fin de poderla dejar --  
oculta.

La carga rasante proporciona un ángulo de incidencia pequeño con  
una iluminación concentrada. Su problema al igual que la ante---  
rior es el ocultar la fuente de iluminación.

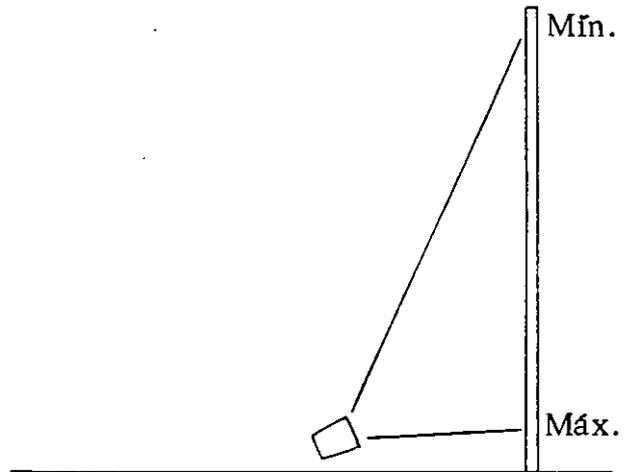
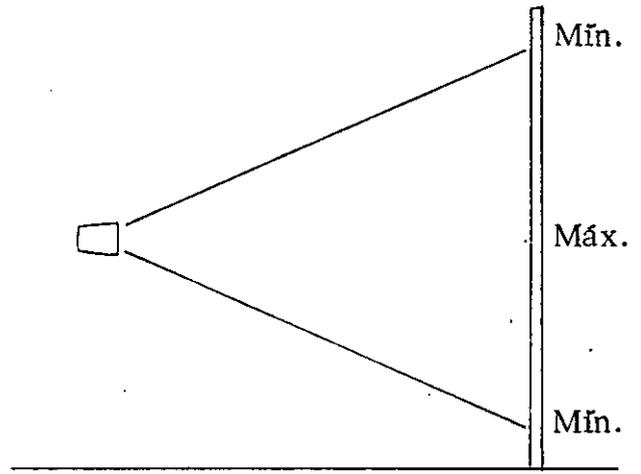
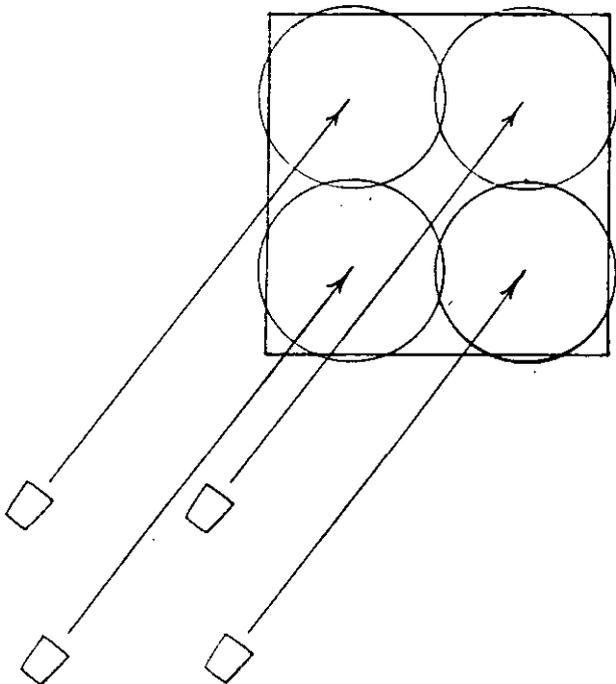
2.- Cargas de aparatos. - Criterio para determinar cargas.



RASANTE



PROYECTOR



Las cargas de aparatos pueden ser:

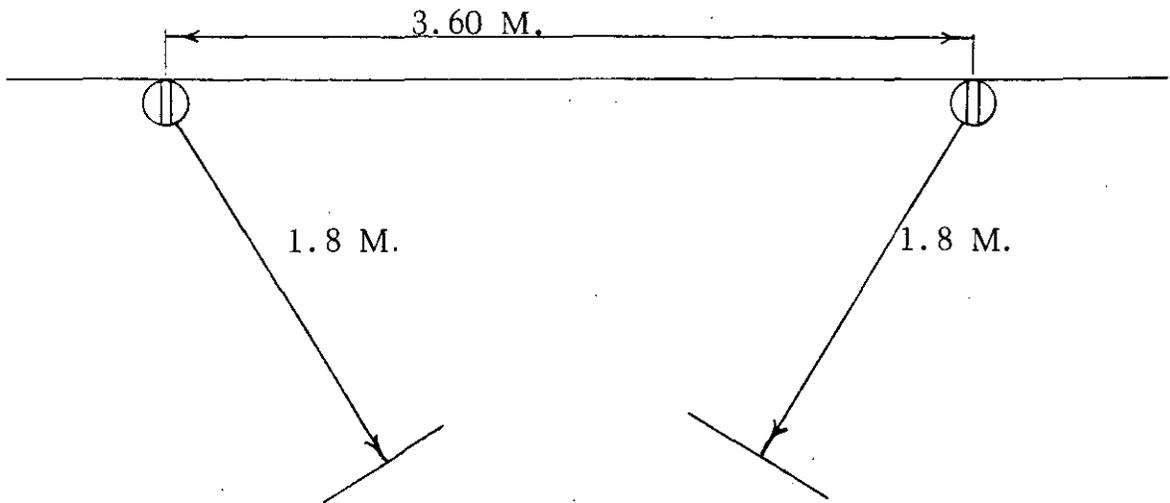
- ° Definidas
- ° Indefinidas

Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

Por lo que corresponde a estas cargas, es importante conocer su capacidad y su localización exacta al desarrollarse el proyecto. - Estas pueden ser fijas o móviles, en el caso de ser fijas se deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse contacto especial para su alimentación.

Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
PLANCHADORA	1600	127
LAVADORA ROPA	1200	127
SECADORA	5000	127-220
PLANCHA	1000	127



$S < 40 \text{ M}^2$ :

1 contacto / 3 M.

$S > 40 \text{ M}^2$ :

8 contactos + 3 contactos cada  $40 \text{ M}^2$

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
CALENTADOR DE AGUA	3000	127-220
CALEFACTOR	1000-2500	127-220
TELEVISOR	300	127
ACONDICIONADOR	1200-2400	127-220
ESTUFA	12000	127-220
HORNO	4500	127-220
PARRILLA	3000-6000	127-220
LAVADORA PLATOS	1200	127
TRITURADOR	300	127
ASADOR	1500	127
CAFETERA	1000	127
REFRIGERADOR	300	127
CONGELADOR	400	127

Carga indefinida. - Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de contactos.

Para su localización no existe una regla fija, pudiéndose situar -- donde sea posible el uso de un aparato. Debe considerarse el al

cance máximo normal de los conductores de los aparatos por conectarse los que por lo general tienen aproximadamente 1.80 metros, por lo tanto el espaciamiento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo a donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

Residencias.- Los contactos por habitación, deberán tener un espaciamiento máximo de 3.60 metros.

Oficinas.- Para una superficie normal de 40 metros cuadrados - un contacto cada 3 metros de muro. Para una superficie mayor, 8 contactos por los primeros 40 metros cuadrados con tres más - por cada 40 metros cuadrados adicionales.

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

Locales comerciales.- Un contacto por cada 40 metros cuadrados.

3.- Cargas de fuerza.- Parámetros necesarios para su determinación.

Las cargas de fuerza son las que corresponden a los motores eléctricos. Están definidas por las características de placa de este dispositivo.

La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje, su servicio y su operación

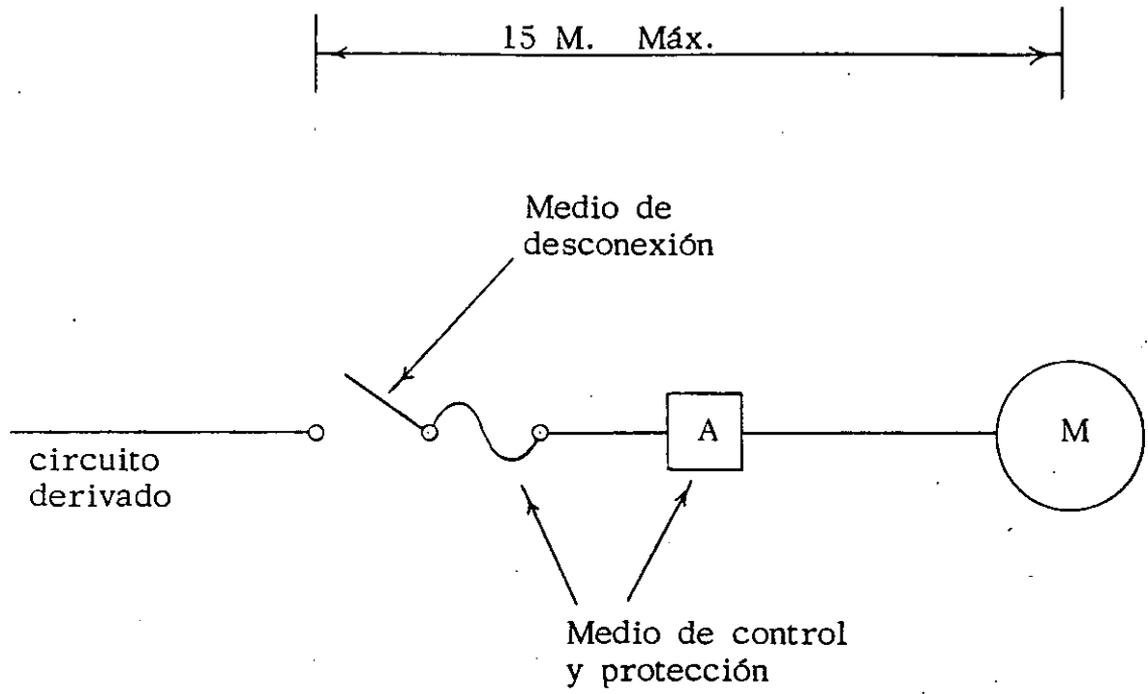
El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación.

- ° Medio de control y protección
- ° Medio de desconexión

Tanto los medios de control y protección como los de desconexión deberán estar visibles desde el motor, con objeto de tener una -- mayor seguridad. Al considerarse la carga de un motor se debe--rá tener presente que durante el arranque ésta aumenta de 5 a 7 veces.

Finalmente de acuerdo con la reglamentación existente en México, para motores mayores de 10 C.P. es necesario utilizar arranca--dores con voltaje reducido.

00053



CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS

MOD: II *INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS*

*SISTEMAS DE DISTRIBUCION*

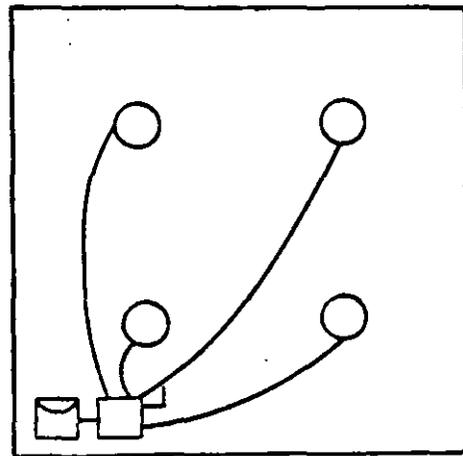
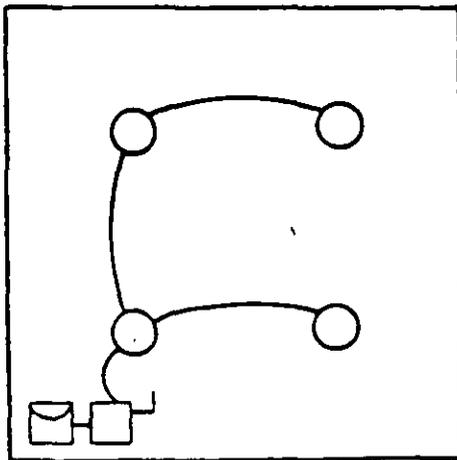
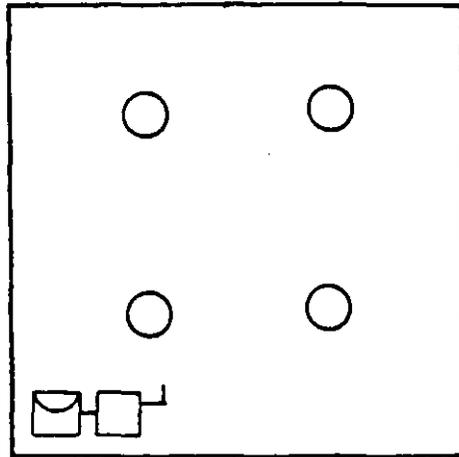
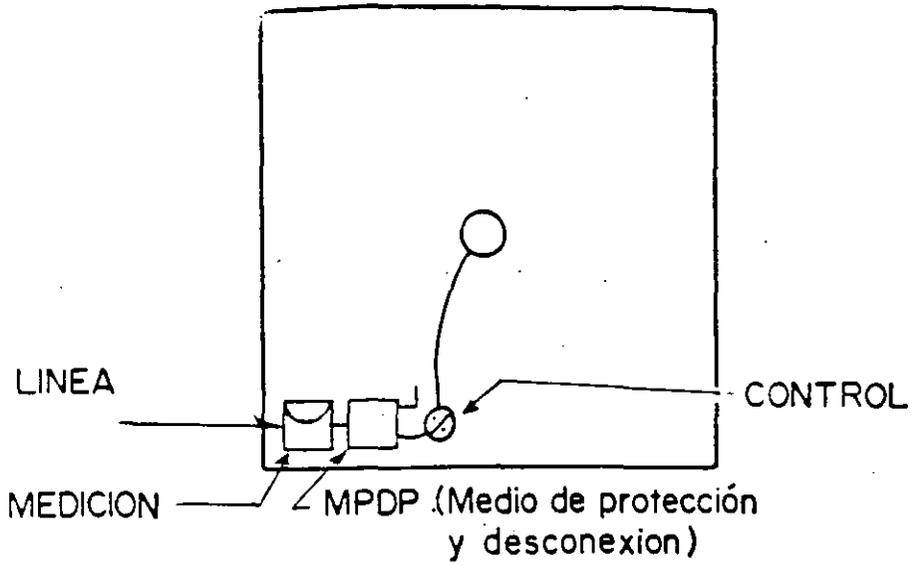
- *Circuitos Alimentadores*
- *Centro de Distribución*
- *Circuitos Derivados*

*ING: PABLO ZAPIAIN LECHUGA*

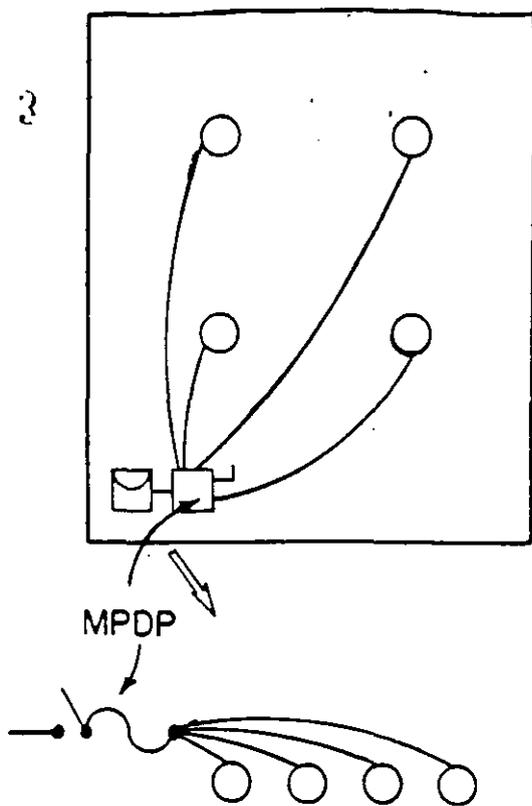
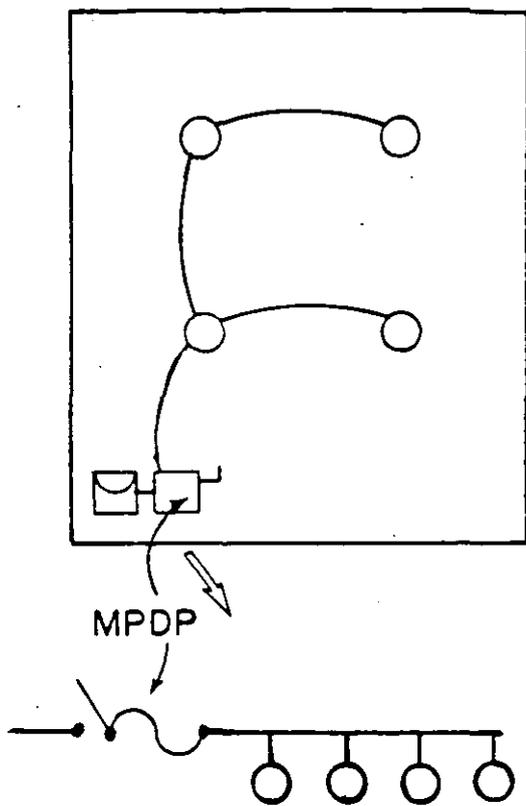
# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:

- ① CIRCUITOS ALIMENTADORES
- ② CENTROS DE DISTRIBUCION  
(TABLEROS)
- ③ CIRCUITOS DERIVADOS

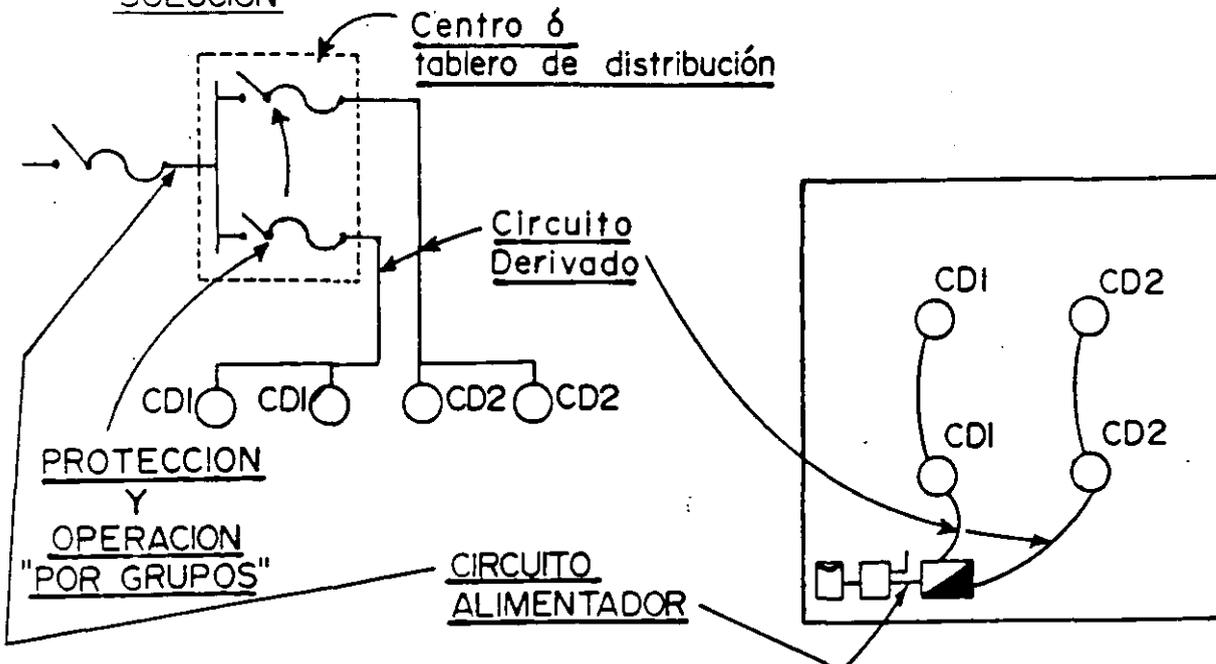


HAY SIEMPRE OPCIONES PARA DISTRIBUIR



FALLA  
 POSIBILIDAD  
 DE OPERACION } TOTAL

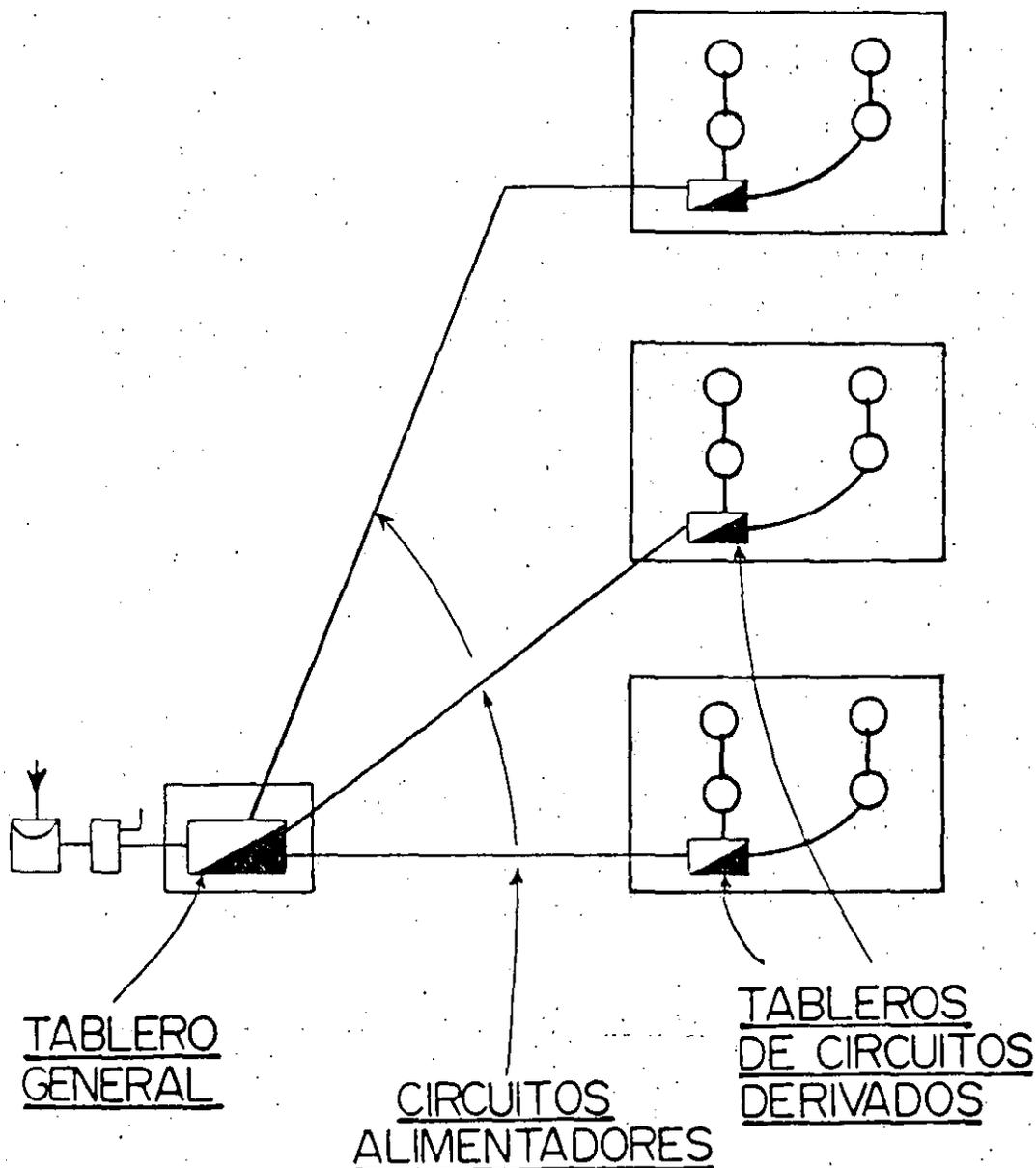
SOLUCION:

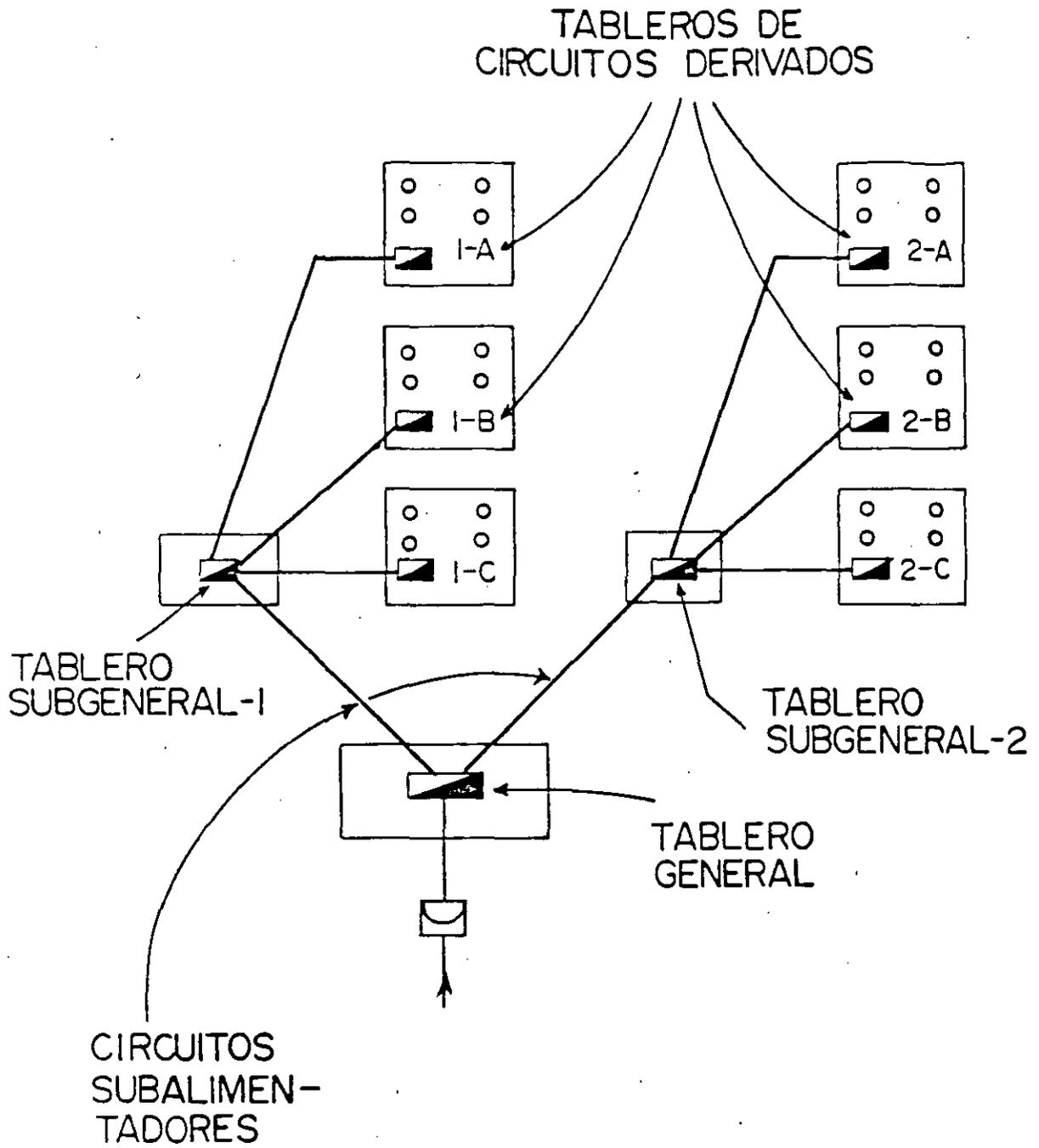


# DIVERSOS EJEMPLOS DE DISTRIBUCION

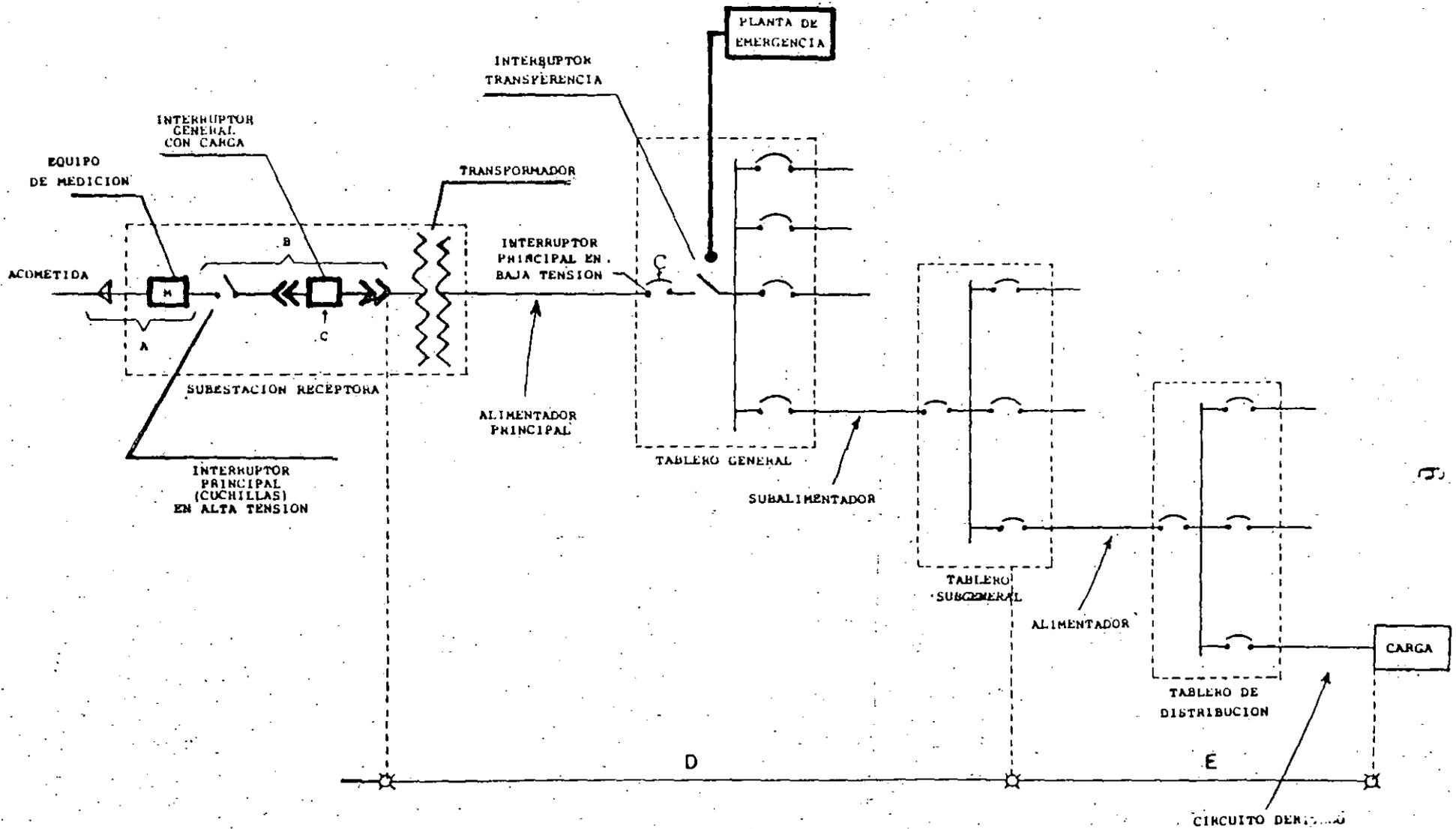
Buscando siempre resolver adecuadamente la protección y la operación del sistema.

EJEMPLO No. 1





EJEMPLO No. 3



- A DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA
- B DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION
- C DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION
- D SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO
- E SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO

# EJEMPLO No. 4

## SISTEMA DE DISTRIBUCION

1.- INTERRUPTOR GENERAL

BAJA TENSION

2.- TABLERO GENERAL

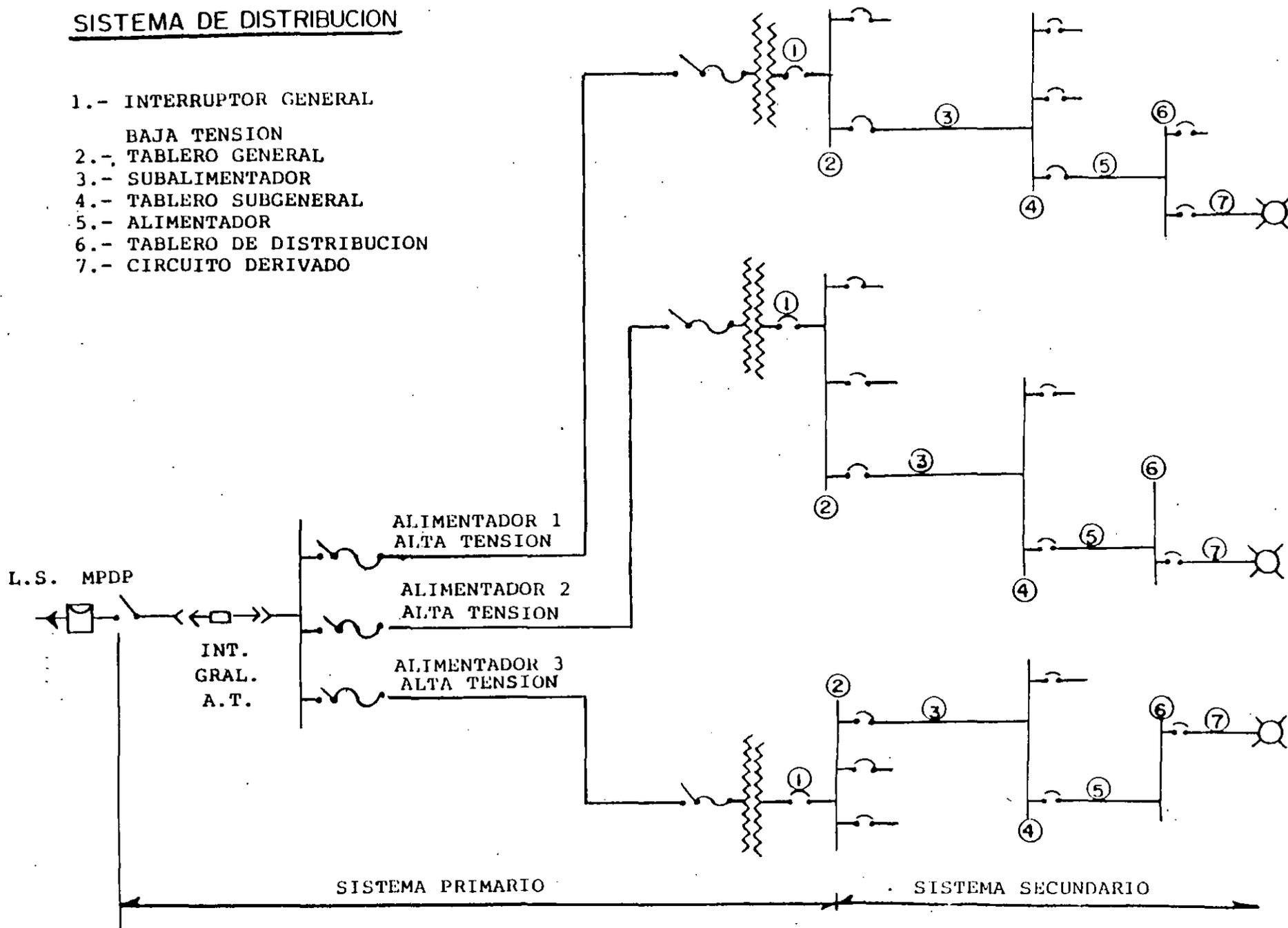
3.- SUBALIMENTADOR

4.- TABLERO SUBGENERAL

5.- ALIMENTADOR

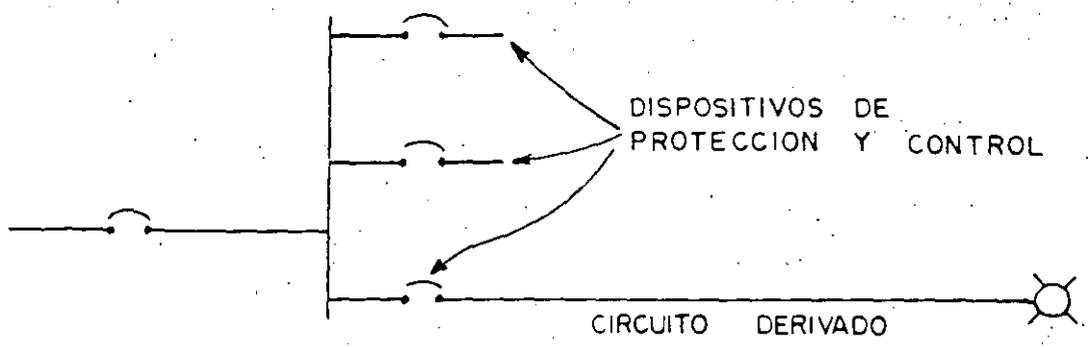
6.- TABLERO DE DISTRIBUCION

7.- CIRCUITO DERIVADO

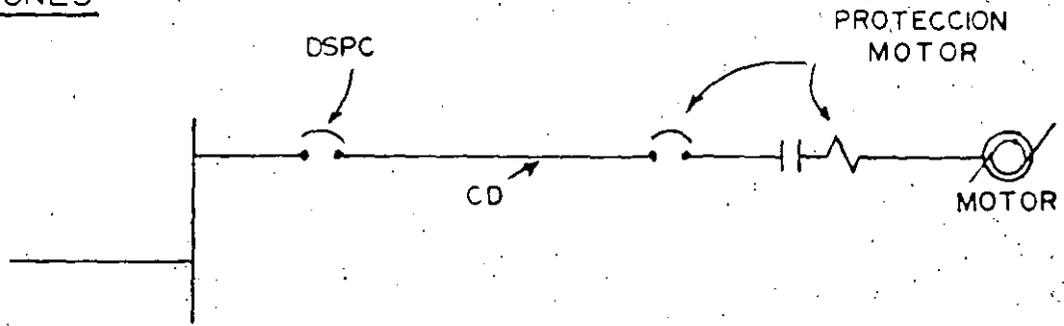


# CIRCUITO DERIVADO

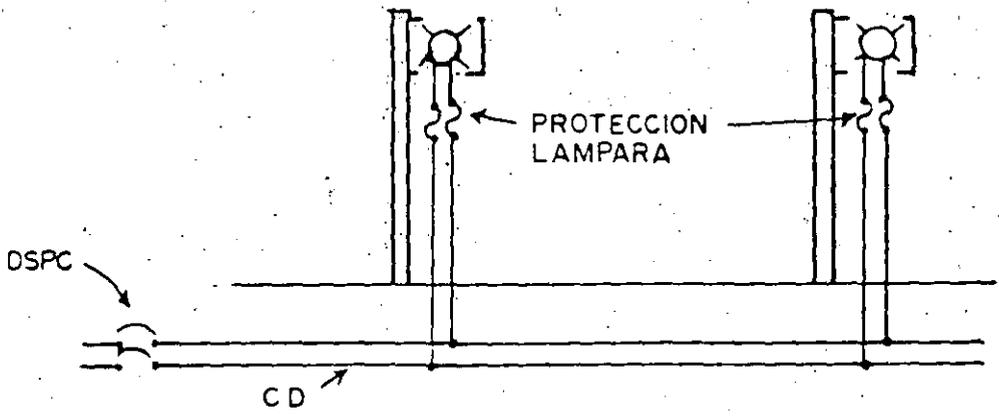
"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION HACIA LAS CARGAS."



## EXCEPCIONES :



## ALUMBRADO PUBLICO



NTIE - 81  
 TABLA 403.14

Factores para seleccionar los conductores para motores que no sean de servicio continuo.

Tipo de servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos.			
	Régimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor.			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-----
INTERMITENTES: Ascensores y montacargas máquinas-herramientas, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, etc. (para soldadoras de arco véase el artículo 518.12)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, máquinas para manipulación de mineral, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

CORTO TIEMPO.-Funcionamiento de una carga sustancialmente constante por un tiempo corto definido.

INTERMITENTE.-Funcionamiento por periodos alternados:  
 1).-Con carga y sin carga  
 2).-Con carga y desconectado  
 3).-Con carga, sin carga y desconectado

PERIODICO.-Intermitente con condiciones de carga recurrentes.

VARIABLE.-La carga y sus intervalos de duración sujetos a variaciones considerables.

CONTINUO.-Carga sustancialmente constante por un tiempo largo indefinido.

# CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS

9

1- De acuerdo con su conexión eléctrica.

2- De acuerdo con su uso.

1- De acuerdo con su conexión eléctrica

1.1.) En función del tipo de circuito eléctrico

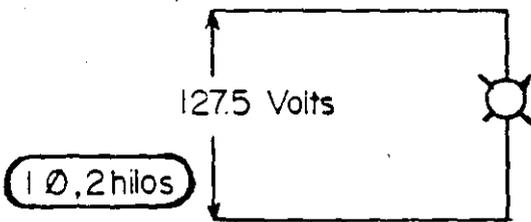
1.1.) Circuito SERIE ( $I = cte$ )

1.2.) Circuito PARALELO ( $V = cte$ )

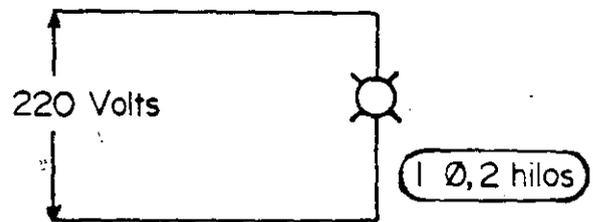
} Con respecto  
a la carga

1.2.) En función de la cantidad de conductores  
que establecen el circuito:

(1.2.1)



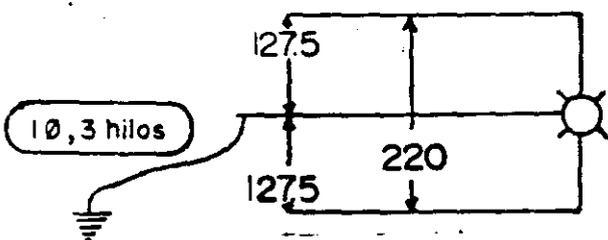
(1.2.2)



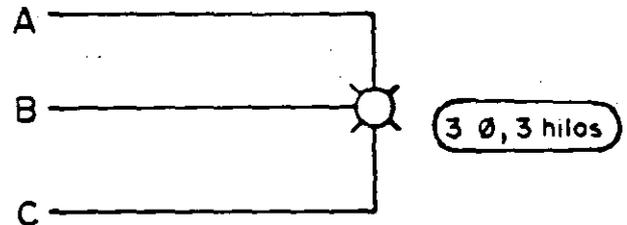
CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR

NTIE-81-101

(1.2.3)

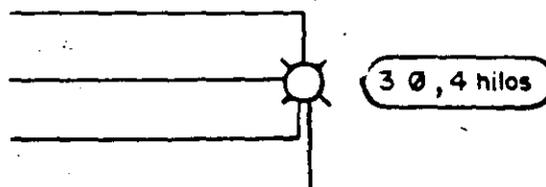


(1.2.4)



"DOS O MAS CONDUCTORES  
ACTIVOS CON UNA  $\Delta V$  EN-  
TRE SI...Y UN CONDUCTOR  
PUESTO A TIERRA."

(1.2.5)



2).- DE ACUERDO CON SU USO ( NO EN NTIE )

2.1).- USO GENERAL

CIRCUITO DE ALUMBRADO  
CIRCUITO DE CONTACTOS

2.2).- USO PARA APARATOS

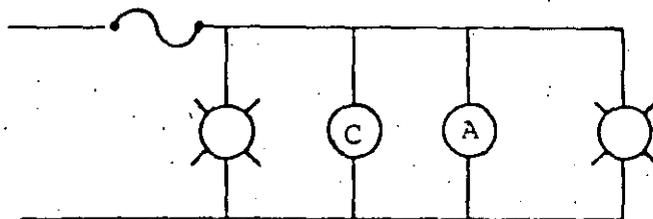
2.3).- USO PARA CARGAS INDIVIDUALES

CARGAS INDIVIDUALES  
MAYORES DE 50 A DE-  
BEN ABASTECERSE POR  
C.D. INDIVIDUAL  
-NTIE-202-10-c  
CUALQUIER CARGA IN-  
DIVIDUAL EN CUALQUIER  
LOCAL -NTIE-203-10-b

2.4).- USO PARA MOTORES

2.1).- USO GENERAL

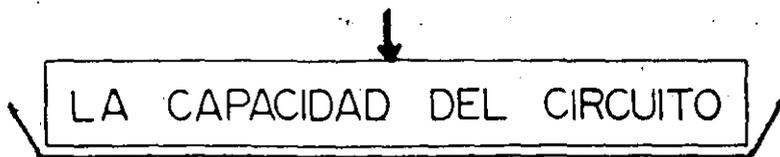
\* PARA CARGAS DE ALUMBRADO Y APARATOS INDISTINTAMENTE,  
NO RECOMENDADO PARA APARATOS QUE TOMEN MAS DE 3 AMP  
COMO PLANCHAS, PARRILLAS REFRIGERADORES, LAVADORAS,  
NTIE-202-10



¿CUANTAS LAMPARAS, CONTACTOS, APARATOS, ETC., SE DEBEN CONECTAR?

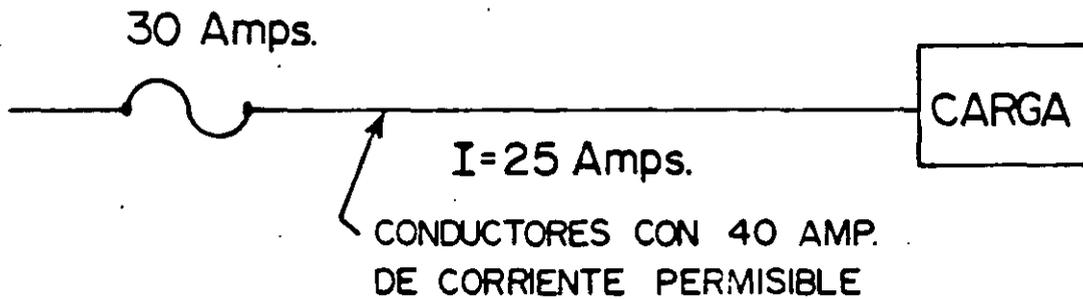
ESTO DEPENDE DE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO

¿QUE ESTABLECE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO?



LA CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO  
ES IGUAL A  
LA CAPACIDAD DE SU PROTECCION

EJEMPLO:



LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO  
DERIVADO ES : 30 AMP.

CLASIFICACION DE LOS  
CIRCUITOS DERIVADOS



CAPACIDAD COMERCIAL  
DE LOS MEDIOS DE  
PROTECCION  
-NTIE-81-202-



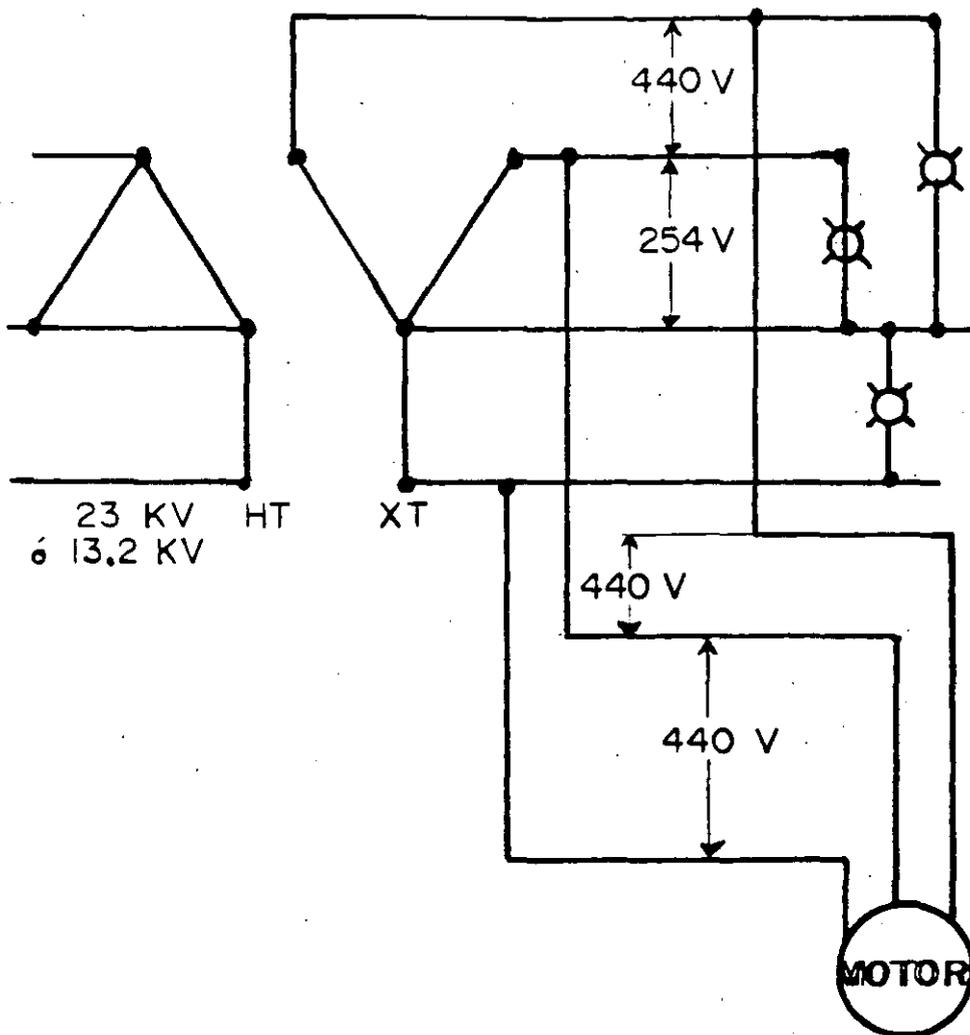
- 15 Amps.
- 20 Amps.
- 30 Amps.
- 40 Amps.
- 50 Amps.

## Limitaciones del circuito de uso general

1.- EN TENSION :1.1) VOLTAJE AL NEUTRO <150 Volts -----NTIE-81-202.5-a

## EXCEPCIONES :

- a).- EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES ( hasta 300 V )
- \* que tenga mantenimiento responsable
  - \* que tenga unicamente carga de alumbrado
  - \* que tenga altura mayor de 2.40 m a las cargas y /ADEMAS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL/ y
  - \* portalámparas tipo MOGUL



Voltaje > 150 volts



Peligro para l.  
personas pero :



CON VOLTAJE DE 220  
VOLTS EL MOTOR CON-  
SUME "I" Y CON VOL-  
TAJE DE 440 VOLTS  
EL CONSUMO ES DE  
"I/2"

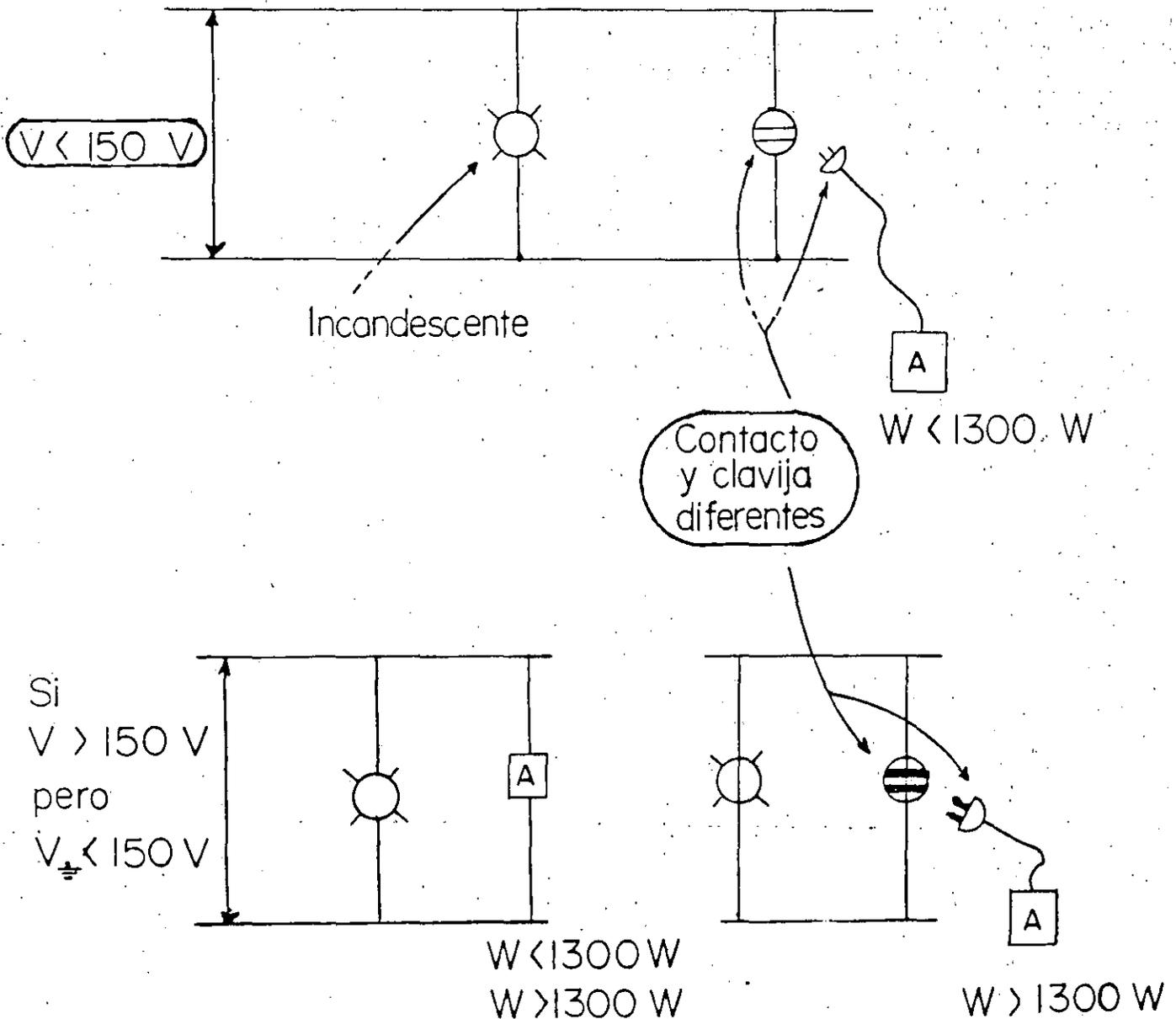
# I.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

En: • CASAS HABITACION

• HOTELES ó

• LOCALES SIMILARES

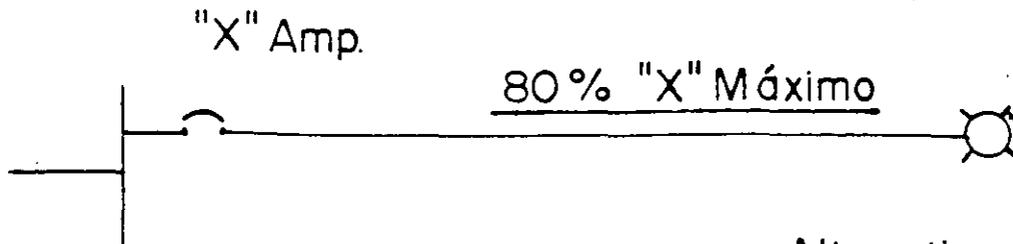
NTIE-202-5-b



## 2.- CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

( 3 Hrs. continuas )

NTIE 202-8



Alternativa: Disminución  
no necesaria si se usa  
factor de agrupamiento  
en diseño

## 3.- RESIDENCIAS

NTIE 202-10-a2

MAXIMO=20 Amps.      2550 W

$I \times V \times f.p.$

## 4.- PORTALAMPARAS "SENCILLO"

NTIE 202-11-a

Capacidad menor de 600 W :

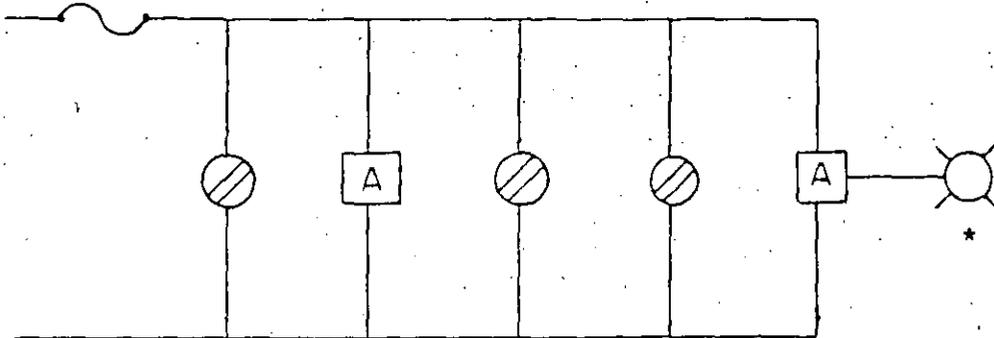
Soquets

Base FL.

Base SL.

MAXIMO=20 Amps.      2550 W      =BASE MOGUL

## CIRCUITO PARA APARATOS



□ Aparatos

⊗ Carga definida

⊘ Contactos

\* Alumbrado integral

a) - Para cargas definidas (aparatos, no motor).

b) - Para cargas indefinidas

LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO QUEDA DEFINIDA POR  
LA CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- \* Circuito de 15 Amps.
- \* Circuito de 20 Amps.
- \* Circuito de 30 Amps.
- \* Circuito de 40 Amps.
- \* Circuito de 50 Amps.

LIMITACION EN TENSION :

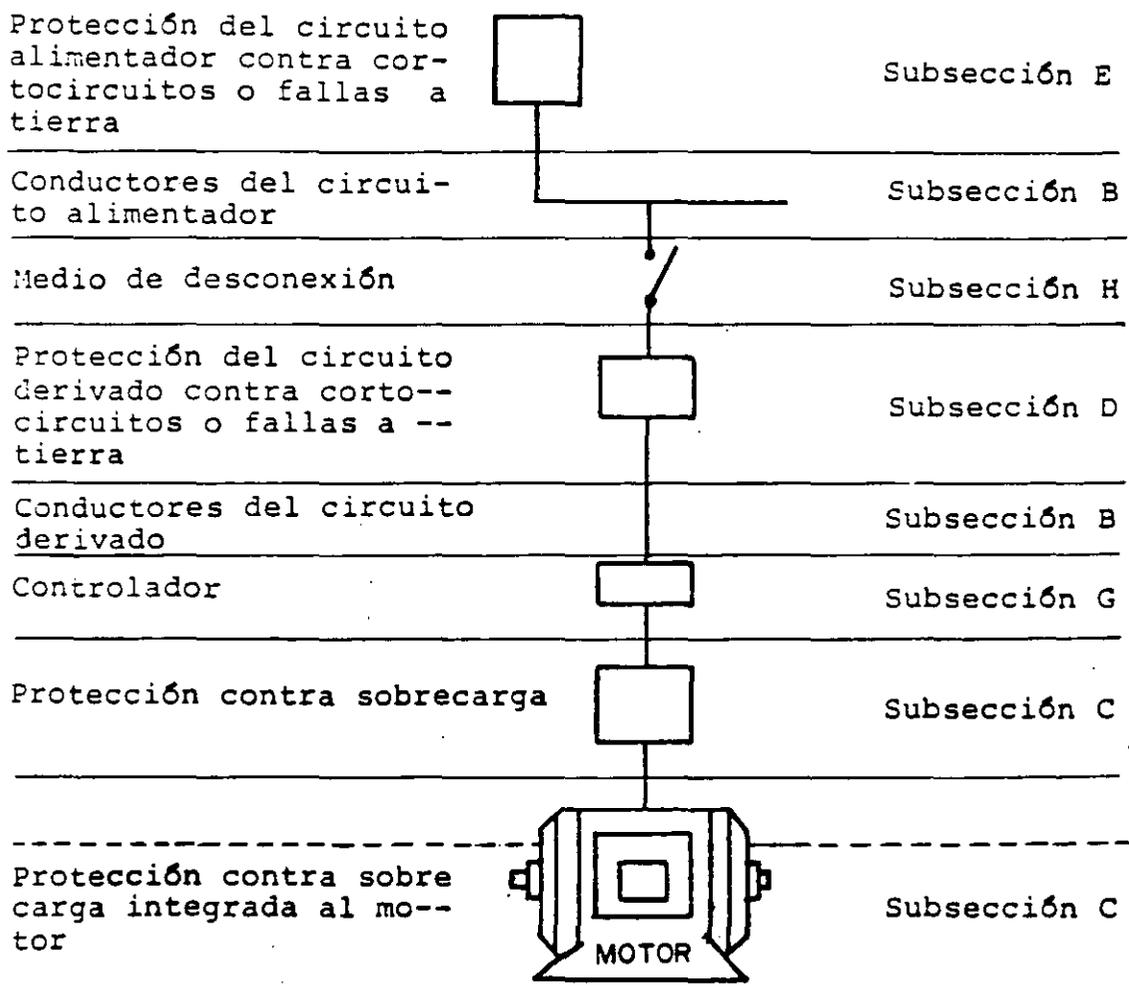
SE APLICA TAMBIEN NTIE-202-5-b (1.2-Circuito general)

ELEMENTOS INTEGRANTES :

Figura 403.1

Diagrama que muestra la forma en que está dividida la Sección 403

Del Suministro



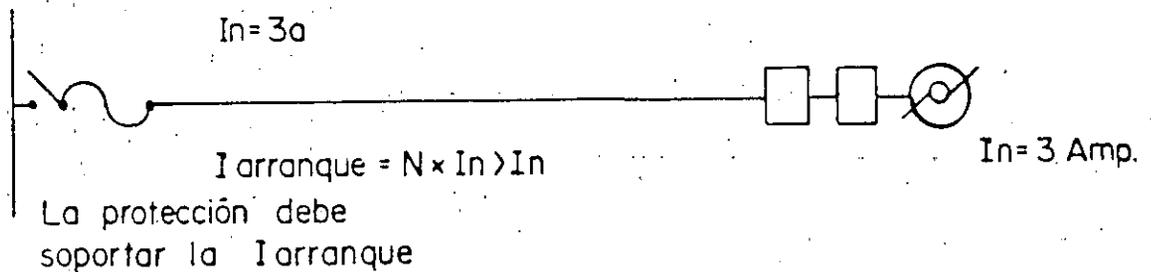
Otras subsecciones que aparecen en esta sección:

Generalidades .....	Subsección A
Circuitos de control de motores .....	Subsección F
Requisitos para tensiones mayores de 1,000 Volts. .	Subsección I
Conexión a tierra .....	Subsección

# CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DE FUERZA

CAPACIDAD DEL CIRCUITO  $\neq$  CAPACIDAD DEL MEDIO DE PROTECCION DEL CIRCUITO

CAPACIDAD = CAPACIDAD PERMISIBLE DE SUS CONDUCTORES



La capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor es 125 % de la corriente nominal a plena carga del motor. (NTIE 4.03.14)

EXCEPCIONES S/NTIE : Cuando el servicio sea :  
De "corto tiempo" – Intermitente – Periódico – Variable en lugar del 125 % usar factores de la tabla siguiente :

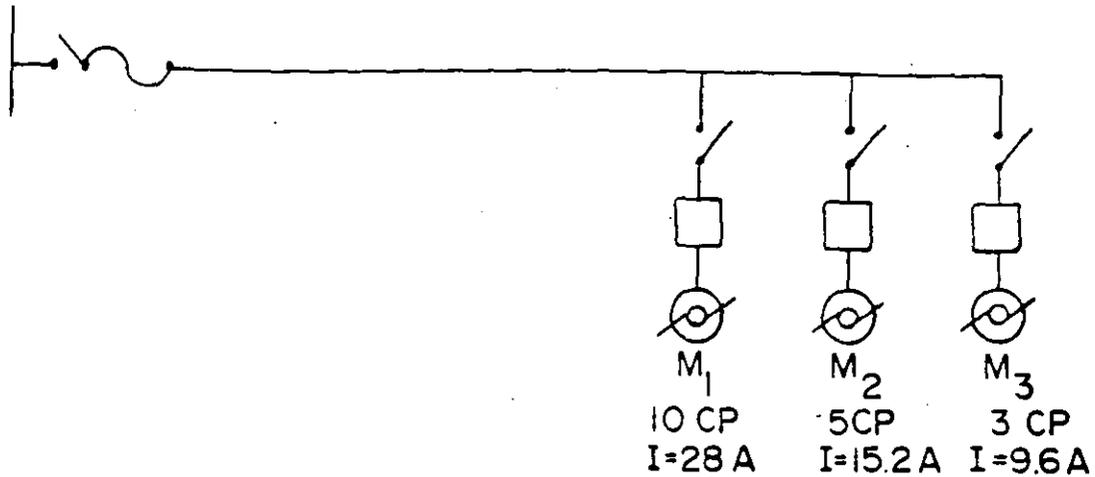
ARTICLE 430—MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS 70-295

Table 430-22(a) Exception. Duty-Cycle Service

Classification of Service	Percentages of Nameplate Current Rating			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30 & 60 Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-Time Duty Operating valves, raising or lowering trols, etc.	110	120	150	...
Intermittent Duty Freight and passenger elevators, tool heads, pumps, drawbridges, turn- tables, etc. For arc welders, see Section 630-31	85	85	90	140
Periodic Duty Rolls, ore and coal-handling ma- chines, etc.	85	90	95	140
Laryng Duty	110	120	150	200

Any motor application shall be considered as continuous duty unless the nature of the apparatus it drives is such that the motor will not operate continuously with load under any condition of use.

Capacidad permisible =  $1.25 I_{\text{Mayor}} + \Sigma I_i$



Ejemplo:  $1.25 \times 28 + 15.2 + 9.6 = 59.8$

70-258

NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 430-148. Full-Load Currents in Amperes

Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are for motors running at usual speeds and motors with normal torque characteristics. Motors built for especially low speeds or high torques may have higher full-load currents, and multispeed motors will have full-load current varying with speed, in which case the nameplate current ratings shall be used.

To obtain full-load currents of 208- and 200-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

The voltages listed are rated motor voltages. Corresponding nominal system voltages are 110 to 120 and 220 to 240.

HP	115V	230V
$\frac{1}{8}$	4.4	2.2
$\frac{1}{4}$	5.8	2.9
$\frac{1}{2}$	7.2	3.6
$\frac{3}{4}$	9.8	4.9
$\frac{1}{2}$	13.8	6.9
1	16	8
$1\frac{1}{2}$	20	10
2	24	12
3	34	17
5	56	28
$7\frac{1}{2}$	80	40
10	100	50

NTIE-81

Tabla 403.94

MOTORES MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA  
CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES DE

LOS SIGUIENTES VALORES DE CORRIENTE A PLENA CARGA SON PARA MOTORES QUE FUNCIONEN A VELOCIDADES NORMALES Y CON CARACTERISTICAS DE PAR TAMBIEN NORMALES. LOS MOTORES DE VELOCIDAD ESPECIALMENTE BAJA O DE ALTO PAR MOTOR PUEDEN TENER CORRIENTES A PLENA CARGA MAYORES Y LOS DE VELOCIDADES MULTIPLES TENDRAN UNA CORRIENTE A PLENA CARGA QUE VARIA CON LA VELOCIDAD; EN ESTOS CASOS DEBE USARSE LA CORRIENTE A PLENA CARGA INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.

C.P.	127 Volts.	220 Volts.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

## 21 TABLA 403.93

CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES, DE MOTORES  
DE CORRIENTE DIRECTA

C.P.	TENSION NOMINAL DE ARMADURA		
	120 V	240 V	500 V
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5	2.7	
3/4	7.0	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	330.0

LOS VALORES DADOS EN ESTA TABLA SON PARA MOTORES  
FUNCIONANDO A SU VELOCIDAD NORMAL.

CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOSANALIZAR -

- 1- Cantidad suficiente para alimentar a toda la carga definida.
- 2- Las limitaciones de cada tipo de circuito.
- 3- La posición relativa de salidas y de los tableros, y su influencia en la caída de tensión en los circuitos derivados y alimentadores.
- 4- Establecer una distribución UNIFORME de la carga.
- 5- Se recomienda:

INDEPENDIZAR los circuitos de alumbrado  
de los circuitos de mas de 3 Amp. C/U.  
(para planchas, parrillas, refrigeradores, etc.)

## 6- En residencias

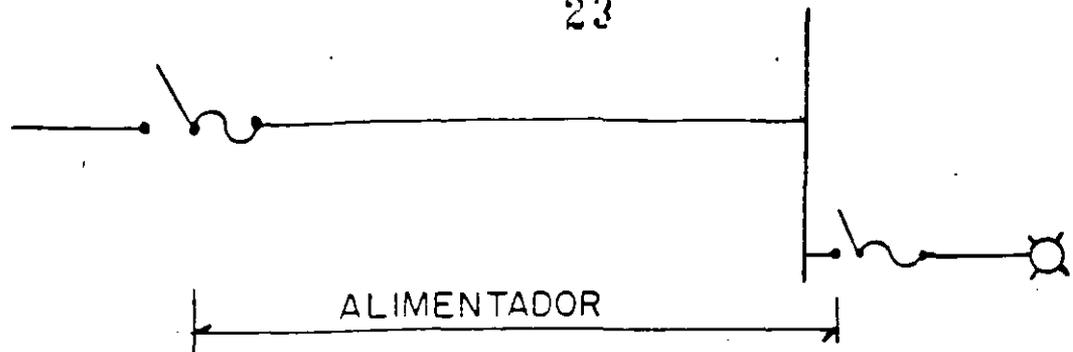
NTIE - 204.3b :

2 circuitos de 20 Amp., independientes, para contactos de :

- COCINA
- LAVADO
- SALA
- COMEDOR

# CIRCUITOS ALIMENTADORES

23



"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS."

## CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA. NTIE.203-2,204.7

Calibre mínimo : # 10 AWG (5.26 mm<sup>2</sup>) NTIE-203.2

DEMANDA MAXIMA: es :

"LA SUMA DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ABASTECIDOS, MULTIPLICADA POR EL "FACTOR DE DEMANDA."

FACTOR DE DEMANDA

$$F.D. = \frac{DEMANDA MAXIMA}{CARGA CONECTADA}$$

# DETERMINACION DE FACTORES DE DEMANDA

PARA:

ALUMBRADO  
GENERAL

\_\_\_\_\_ / SEGUN NTIE 204.8 a (PAG.PROX.)

CONTACTOS

CARGA INDEFINIDA :  
ESTIMAR 180 W/Ø  
Y APLICAR  
NTIE 204.8 a

APARATOS

UN  / Ø F.D.=100%

DOS O MAS  / Ø  
F.D.=75%

CALEFACCION  
F.D.=100%

MOTORES

SE CONSIDERA NORMA  
CIRCUITO PARA DOS O  
MAS MOTORES  
NTIE 403.16

NTIE - 81  
TABLA 204.8 a

Factores de demanda para el cálculo de alumbrado  
general en alimentadores.

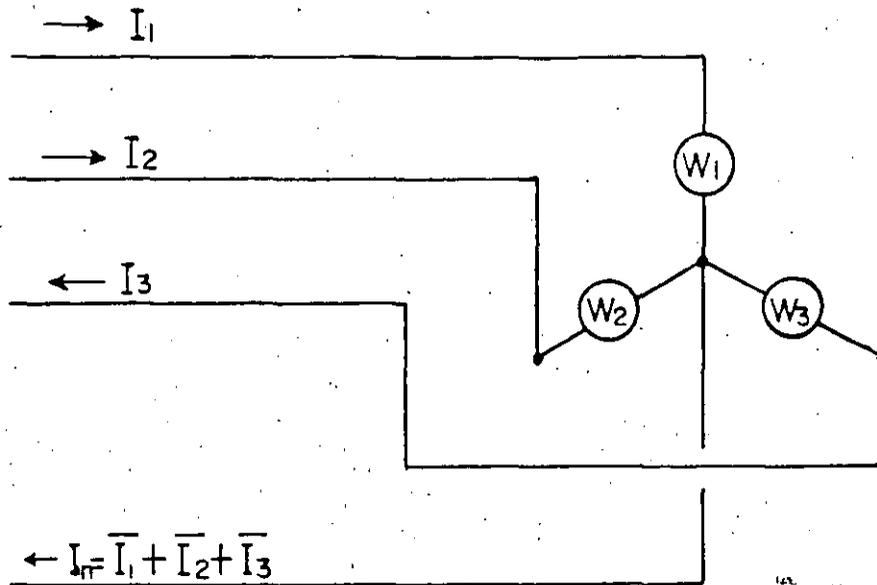
Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador
Casas habitación	Primeros 3,000 Watts o menos	100 %
	Exceso sobre 3,000 Watts	35 %
** Hoteles	Primeros 20,000 Watt o menos	50 %
	Exceso sobre 20,000 Watts	40 %
** Hospitales	Primeros 50,000 Watts o menos	40 %
	Exceso sobre 50,000 Watts	20 %
Edificios de Oficinas. Escuelas	Primeros 20,000 Watts o menos	100 %
	Exceso sobre 20,000 Watts	70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

\* Factor de demanda: relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo

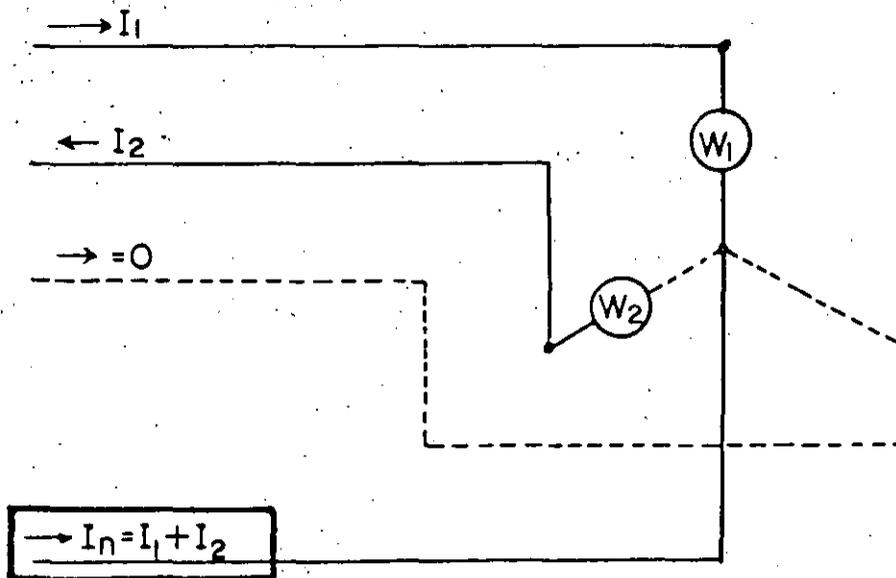
\*\* Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, como sucede en salas de operación salones de baile y restaurantes.

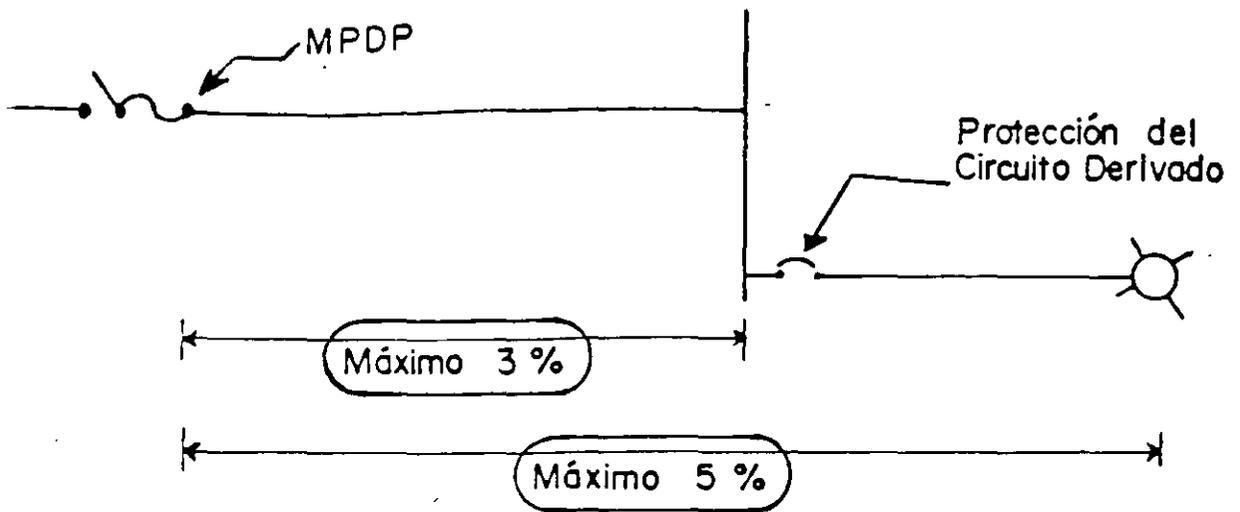
CARGA DEL CONDUCTOR NEUTRO

NTIE 204-9



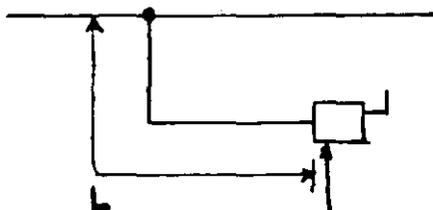
Sí  $W_1 > W_2 > W_3 \rightarrow$  CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO MAXIMO"





DERIVACIONES

NTIE-203-7



$L > 10 \text{ m} :$

- DERIVACION MISMA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR.

$L \leq 10 \text{ m} :$

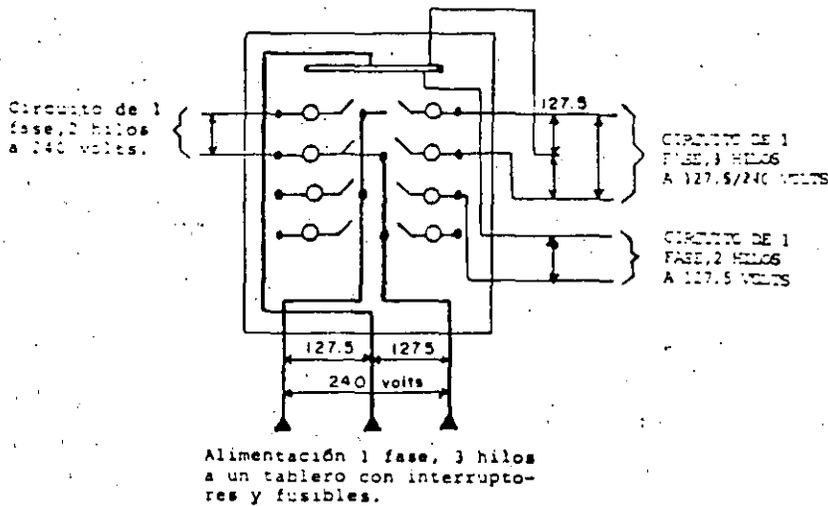
- DERIVACION PUEDE TENER 1/3 DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, PERO CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA.\*
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MISMA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

\* NO SI  $L \leq 3 \text{ m}$ .

## OBJETIVOS:

- ① DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS.
- ② PROTEGER A LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- ③ CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

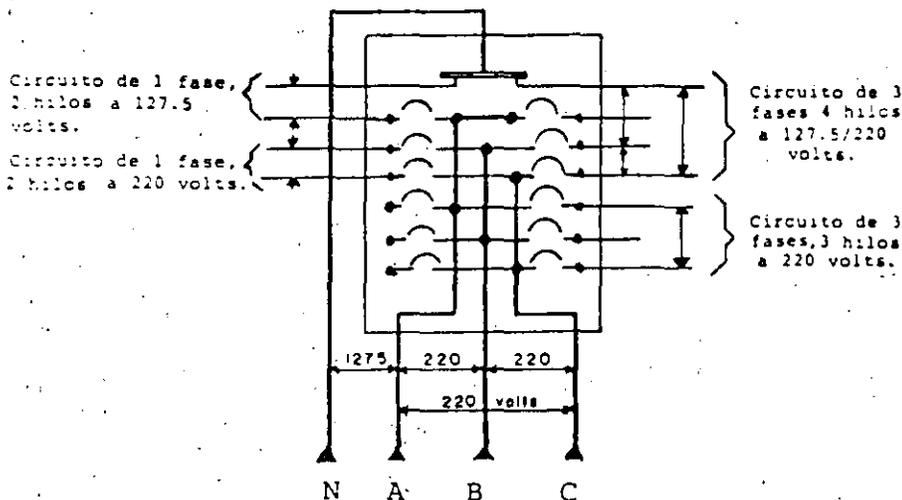
## CARACTERISTICAS PRINCIPALES:



### LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS.

Contienen:

- 1.- Barras alimentadoras de corriente y neutra.
- 2.- Interrupción.
  - a).- Interruptores
  - b).- Interruptores automáticos
  - c).- Ninguno
- 3.- Protección del circuito.
  - a).- Fusibles
  - b).- Interruptores automáticos



ALIMENTACION 3 FASES 4 HILOS A UN TABLERO CON INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

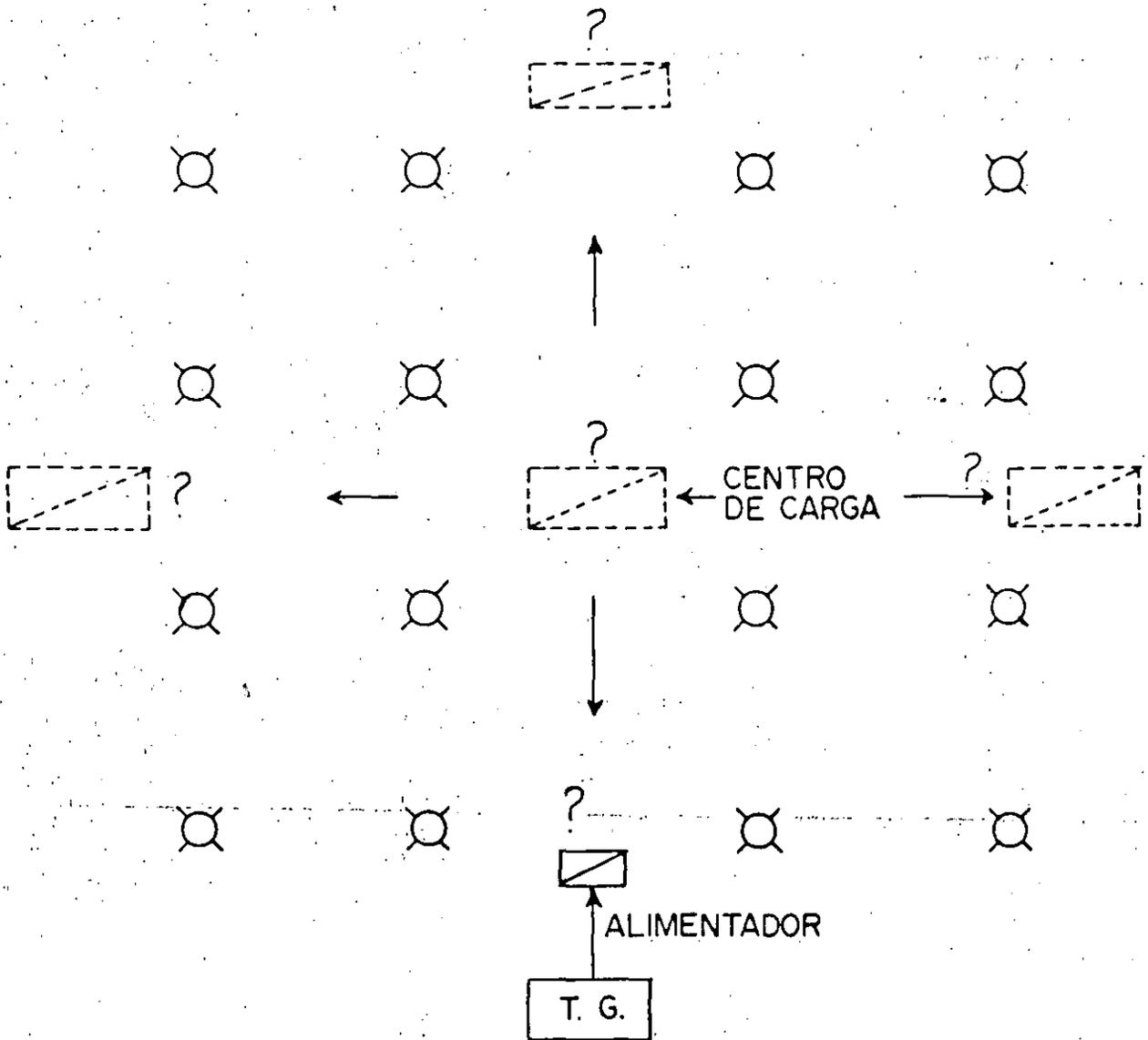
## TABLEROS DE DISTRIBUCION

### USOS:

- 1).- DISTRIBUIR ENERGIA
- 2).- PROTEGER LOS CIRCUITOS
- 3).- OPERAR LOS CIRCUITOS

### PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVAS A LOS TABLEROS

- 1).- CANTIDAD DE CIRCUITOS (MAX 42)
- 2).- USO
- 3).- LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA. (CENTRO DE CARGA).
- 4).- LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5).- ACCESIBILIDAD



¿ CUAL ES LA UBICACION CORRECTA DEL CENTRO DE CARGA ?

TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

DEFINICION.- Tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquél que tiene más del 10 por ciento de sus elementos de protección contra sobrecorriente calibrados a 30 amperes o menos y está dotado de barra para conexiones al neutro.

NORMAS GENERALES PARA LA SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No más de 42 circuitos derivados monopolares de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre tablero y la primera salida es de 30 metros.
- 3.- Los tableros deberán instalarse en sitios de fácil acceso.
- 4.- Los tableros deberán instalarse tan cercanos como sea posible a su centro de carga.
- 5.- Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables-alimentadores para abastecer la carga.
- 8.- Un tablero para alumbrado y aparatos alimentado con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su alimentación con protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar por lo menos un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y una tabla que indique: designación de cada tablero; localización, número y capacidad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

MOD: II *INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS*

*CONDUCTORES*

*CONDICIONES DE DISEÑO*

*ING: LAZARO PONCE DIAZ*

# CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONDUCTORES ELECTRICOS

- 1.1 DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES
- 2.1 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
- 3.1 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES
- 4.1 SELECCION DE LOS CONDUCTORES

ING. LAZARO PONCE DEAC

## 1.0 DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES

### 1.1 DEFINICION

Los conductores eléctricos son los materiales que permiten el paso libre de la corriente eléctrica, a través de ellos, con poca resistencia.

### 1.2 MATERIALES

Los materiales más usados para la fabricación conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

CARACTERISTICAS	COPRE	ALUMINIO
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	8.9	2.7
Conductividad eléctrica (%)	100	61
Resistividad a 20 °C (ohm-cm/mm <sup>2</sup> )	0.0172	0.03
Tensión de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )	31	16

### 1.3 CONFIGURACION FISICA

ALAMBRE	Formado por un solo alambre de sección circular.
CABLE	Formado por varios hilos reunidos en formación geométrica.
CORDON	Formado por varios hilos reunidos al azar.
BARRA	Formado por una barra sólida de sección rectangular.

Los conductores se fabrican desnudos o aislados. Los primeros se usan en líneas aéreas en el exterior de los edificios o enterrados, para sistemas de tierras.

Los conductores aislados se usan, comúnmente, en el interior de los edificios.

### 1.4 TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES

El tamaño de los conductores se define por el área de su sección transversal en mm<sup>2</sup>.

También se define en:

a) calibre A.W.G. nomenclatura de la American Wire Gauge (en milímetros circular milés), cuando el área transversal tiene un diámetro de una milésima de pulgada (1 mm<sup>2</sup>=1000 milésimas).

# UNO AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

El aislamiento sirve para conducir la corriente y el campo eléctrico en la cara del conductor.

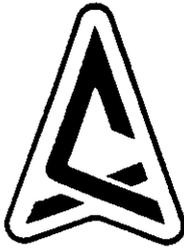
La selección de los aislamientos se hace en función de los diferentes factores que pueden influir en su uso y aplicación, tales como: tamaño, temperatura ambiente, temperatura de operación, tipo y condiciones de instalación, medio ambiente (humedad, contaminación, solventes, aceites, etc.).

Los materiales aislantes, usados actualmente, en la elaboración de conductores, son los siguientes:

		Tensión de operación
Elastómero	Etileno, EP (etileno propileno)	0.5 a 48 kV
Termoplástico	PVC (policloruro de vinilo)	0.5 a 15 kV
Termoplástico	XLPE (polietileno de cadena cruzada)	0.5 a 89 kV
Papel impregnado		2 a 89 kV

Las tensiones de operación en edificios son menores de 600 V, excepto, en el caso de subestaciones interiores de 15 a de 33 kV.

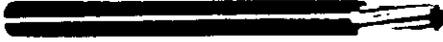
En las siguientes hojas se muestran algunos de los conductores aislantes fabricados por COMINEX, S.A., otros fabricantes COMITORES, MANTISER, COMELEC ofrecen productos similares.



# CONDUMEX

## ALAMBRES Y CABLES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION



Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
205.1 .3 Alambres TW 600 volts		Alambre de cobre suave. Aislamiento de PVC de 60°C.	Uso general para instalaciones en interior de locales con ambiente seco o húmedo.
205.2 Alambres TWD		Dos alambres de cobre suave con aislamiento de PVC 60°C con identificación longitudinal.	Instalaciones fijas, visibles, directamente situadas sobre muros y en instalaciones provisionales.
205.1 .3 Cables TW 600 volts		Cable concéntrico de cobre suave con aislamiento de PVC de 60°C.	Uso general para instalaciones en interior de locales con ambiente seco o húmedo.
210.1 .3 Alambres Vinanel 900 600 volts (Tipo THW)		Alambre de cobre suave. Aislamiento de PVC de 75/90°C.	Uso general en industrias, hoteles, edificios públicos, bodegas, etc. Instalación en locales con ambiente seco o húmedo.
210.2AB Alambres Vinanel Planos Bipolar o Tripolar 600 volts (Tipo NMC)		Dos o tres alambres de cobre suave aislados individualmente con PVC-90°C y con cubierta común de PVC.	Es ideal para la industria pequeña y el hogar en circuitos de alumbrado y alimentación de motores y aparatos domésticos.
210.1 .3 Cables Vinanel 900 600 volts (Tipo THW)		Cables de cobre suave concéntrico aislado con PVC de 90°C.	Uso general en industrias, edificios públicos, hoteles, bodegas, etc. Instalación en locales con ambiente seco o húmedo.
210.4 Cables Vinanel Trifásicos 600 volts (Tipo MTW)		Tres cables de cobre suave, individualmente aislados con PVC de 90°C, torcidos y con cubierta de PVC.	Instalaciones industriales de bajo voltaje. Alimentación de máquinas y herramientas.



# CONDUMEX

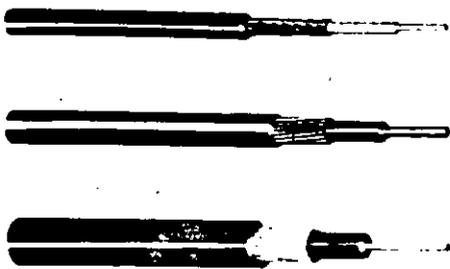
## ALAMBRES Y CABLES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
210.5	Alambres y Cables Vinanel Nylon 600 volts (Tipos THWN, THHN)		Alambre y cable de cobre suave, aislamiento de PVC 75/90°C y forro exterior de nylon.	Uso general en industrias edificios, hoteles, bodegas y donde se requiera gran resistencia a los aceites y gasolina.
245.3	Cables para alumbrado neón		Cable concéntrico de cobre suave con aislamiento de polietileno de 75°C y cubierta de PVC.	Alimentación a anuncios luminosos de gas neón.
905.1	Alambres y Cables Vulcanel XLP 600 volts (Tipo XHHW)		Conductor de cobre suave con aislamiento de polietileno vulcanizado 75/90°C.	Uso general para instalaciones en el interior de locales con ambiente seco o húmedo.
930.1	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv		Conductor de cobre suave. Pantalla semiconductor extruida. Aislamiento de polietileno vulcanizado. Cubierta de PVC.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para aterrarse directamente.
930.1	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv Con neutro concéntrico		Conductor de cobre suave. Pantalla semiconductor. Aislamiento de polietileno vulcanizado. Cubierta semiconductor. Hilos de tierra.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para aterrarse directamente.
930.1	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv		Conductor de cobre suave estañado. Aislamiento EP cubierta de Neopreno.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para aterrarse directamente.
930.1	Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv Con neutro concéntrico		Conductor de cobre suave. Aislamiento de Sinterax o de polietileno vulcanizado. Blindaje/armadura de hilos de cobre y cubierta de PVC.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para aterrarse directamente.



# CONDUMEX

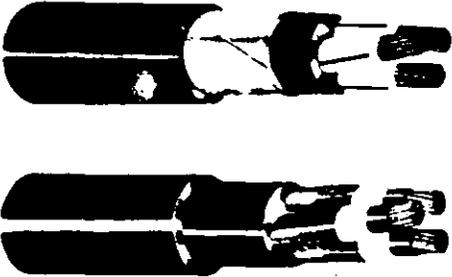
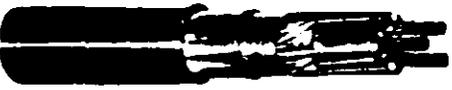
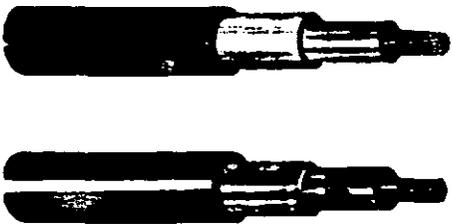
## CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
235.1 .2 .3	Cables con céntricos para acometidas. 600 Volts.		Cable de dos conductores concéntricos de cobre o alu- minio. El conductor externo puede ser trenzado o enro- llado en hélice. Aislamiento de PVC y cubierta de polie- tileno.	Acometidas aéreas en b tensión. Su diseño evita fr des por derivaciones ton das antes de la llegada medidor.
240.1 .2	Polanel, Alambre y Cable.		Conductor de cobre sólido o cableado provisto de un fo- rro de polietileno resistente a la intemperie.	Sistemas de distribución d rea primaria y secundaria zonas arboladas y plantas dustriales con ambiente rrasivo.
240.3 .4 915.1 .2	Cables Neutranel de Cobre y Aluminio.		Uno, dos o tres conductores de cobre o aluminio con ais- lamiento de polietileno, reu- nidos con un conductor des- nudo que constituye al neu- tro.	Sistemas de distribución d rea en baja tensión. Su i ntalación es mas econom que la tradicional línea ab ta.
280.1	Sintenax, un conductor, 1000 Volts.		Conductor de cobre suave, aislamiento de Sintenax y cubierta exterior vinilica ne- gra.	Sistemas de distribución bajo voltaje e instalacion eléctricas en general.
280.2 .3 .4	Sintenax, un conductor, 6, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre, aisla- miento de Sintenax, cintas semiconductoras y pantalla metálica en 15 y 23 KV. Cu- bierta exterior roja.	Sistemas de distribución energia eléctrica en 6, 15 23 KV entre fases. Pued ser instalados en ductos charolas.



# CONDUMEX

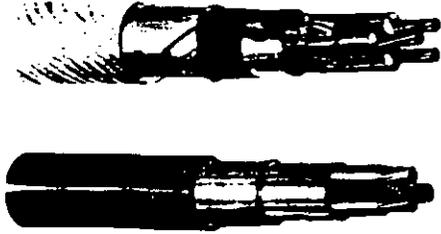
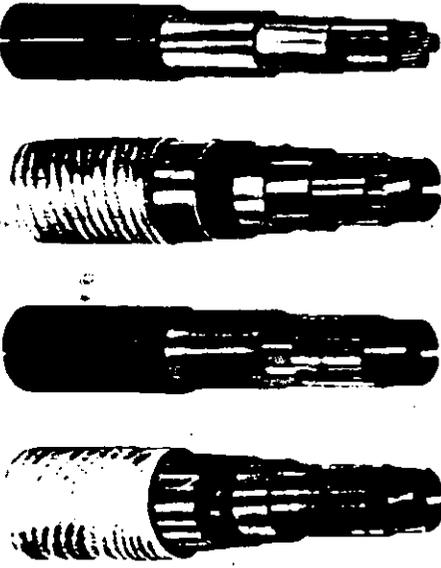
## CABLES DE ENERGIA

Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
285.1 .5 .6	Sintenax tripolares, 1000 Volts.		Tres conductores sectoriales de cobre, aislamiento de Sintenax en colores. Cubierta exterior vinilica (puede llevar armadura de flejes de acero o conductor neutro concéntrico).	Sistemas de distribución de energía eléctrica en bajo voltaje. El cable armado puede enterrarse directamente.
285.2 .3	Sintenax tripolares, 6 y 15 KV.		Tres conductores redondos de cobre, aislamiento de Sintenax, semiconductora y pantalla metálica en 15 KV, cinta reunidora de cobre en 6 KV o armadura de flejes de acero y cubierta exterior vinilica roja.	Sistemas de distribución de energía eléctrica en 6 y 15 KV. Puede ser instalado en charolas, ductos subterráneos o directamente enterrado cuando el cable sea armado.
285.4	Sintenax triplex, 23,000 Volts.		Tres conductores redondos de cobre, semiconductora sobre conductor, aislamiento de Sintenax, pantalla electrostática sobre aislamiento y cubierta exterior vinilica roja.	Acometidas industriales en alta tensión. Pueden ser instalados en charolas y en ductos aéreos o subterráneos.
605.1	Cables tripolares tipo BPT, 1,000 Volts.		Tres conductores de cobre (redondos o sectoriales), aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de baja tensión. Instalación en ductos subterráneos.
605.2 .3	Cables Monopolares tipo PT, 6 y 23 KV.		Conductor redondo de cobre, pantalla semiconductora sobre conductor, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática en 23 KV, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 6 y 23 KV. Instalación en ductos subterráneos.



# CONDUMEX

## CABLES DE ENERGIA

Producto No.	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
610.5 640.1 650.1 670.1	Cables tripolares, 1000 Volts.		Tres conductores sectorales de cobre o aluminio, aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo, protección exterior de polietileno o PVC, o armado con flejes de acero con una capa de yute asfaltado.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de baja tensión. Pueden ser instalados en charolas, ductos o enterrarse directamente cuando el cable sea armado.
610.6	Cables tripolares 6, 15 y 20 KV.		Tres conductores de cobre redondos o sectorales, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática en 15 y 20 KV, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno o PVC, o armadura de flejes con una capa de yute asfaltado.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 6, 15 y 20 KV entre fases. Los cables armados pueden enterrarse directamente.
610.8	Cables de energía tres plomos, 15 y 23 KV.		Tres conductores redondos de cobre, pantalla semiconductora, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno o PVC.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 15 y 23 KV entre fases. Puede instalarse en charolas o en ductos.
615.3	Cables bipolares, 6,000 Volts.		Dos conductores de cobre dispuestos uno al lado del otro, cintas semiconductoras, aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Sistemas de alumbrado público.



# CONDUMEX

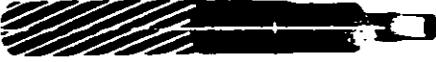
## CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
620.1 .2	Cables monopolares, tipo Pirelli, 69 KV. y 115 KV		Conductor hueco, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de papel impregnado en aceite, pantalla electrostática, forro de plomo, refuerzos y cubierta externa de PVC.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de alta tensión.
630.1 .2	Cable tipo entubado, 115 KV. y 230 KV.		Conductor redondo o segmental de cobre, aislamiento de papel impregnado en aceite, pantalla electrostática sobre el aislamiento y clamores de deslizamiento.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de alta tensión. Las tres fases se instalan dentro de un tubo de acero con aceite a alta presión (200 psi).
905.2-5	Cables de energía Vulcanel XLP, 5, 8, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre o aluminio, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de polietileno de cadena cruzada, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Está diseñado para usarse en todo tipo de circuitos de distribución de potencia.
905.6 10	Cables de Energía Vulcanel EP, 5, 8, 15, 23 y 35 KV.		Conductor de cobre o aluminio, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Está diseñado para usarse en todo tipo de circuitos de distribución de potencia.
905.11 14	Cables Vulcanel XLP para plantas petroquímicas, 5, 8, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre suave, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de polietileno de cadena cruzada, pantalla electrostática de plomo y cubierta de PVC.	Distribución de energía eléctrica en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas.



# CONDUMEX

## CABLES DE ENERGIA

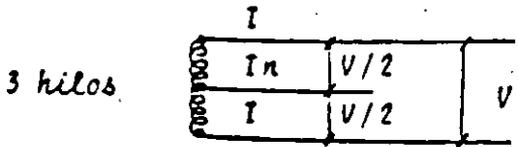
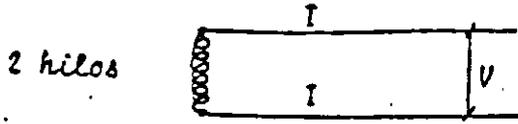
Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
925.1	Cable de energía Vulcanel EP-DRS. 15 y 23 KV.		Conductor de aluminio, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, cubierta semiconductor sobre aislamiento y conductor neutro de cobre estañado.	Distribución de energía eléctrica en circuitos primarios monofásicos subterráneos en zonas residenciales. Se instalan directamente enterrados.
925.2	Cable de energía Vulcanel EP-DCS. 15 y 23 KV.		Conductor de aluminio, pantalla semiconductor sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Distribución de energía eléctrica en todo tipo de circuitos de distribución comercial subterránea (DCS). Instalación en bancos de ductos.
925.3	Cable de energía Vulcanel XLP-DRS. 600 Volts.		Conductor de cobre suave o aluminio y aislamiento de polietileno vulcanizado.	Distribución de energía eléctrica en circuitos secundarios en zonas residenciales. Se instalan directamente enterrados.

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. de Hilos	Area mm <sup>2</sup>	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
							Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	506	4595	29.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0347	13256
1000	AA	37	506	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15600	0.0347	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14376	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14183	0.0385	11860
800	B-A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12812	0.0434	10860
800	AA	37	405	3676	26.82	1130	0.0451	15930	0.0449	12569	0.0434	10540
750	B-A	61	380	3448	25.30	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9940
750	AA	37	380	3448	25.32	1090	0.0481	15150	0.0479	11862	0.0463	9870
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.60	990	0.0555	13213	0.0552	10283	0.0534	8569
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10788	0.0578	8080
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	9553	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0653	9065	0.0631	7234
550	A-AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0653	8759	0.0631	7049
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	840	0.0721	10211	0.0178	7961	0.0594	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	840	0.0721	9957	0.0178	7856	0.0594	6591
450	B-A	37	228.0	2063	19.61	780	0.0802	9276	0.0798	7212	0.0771	5933
450	AA	19	228.0	2063	19.59	780	0.0802	8959	0.0798	7022	0.0771	5933
400	B	37	202.8	1838	18.49	730	0.0902	8310	0.0898	6414	0.0868	5271
400	A-AA	19	202.8	1838	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	6328	0.0868	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	5647	0.0991	4799
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5334	0.0991	4613
350	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	5461	0.0991	4613
300	B	37	152.0	1379	16.00	610	0.120	6291	0.120	4872	0.116	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	610	0.120	6128	0.120	4776	0.116	3954
300	AA	12	152.0	1379	16.69	610	0.120	5974	0.120	4713	0.116	3954
250	B	37	126.6	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	4061	0.139	3429
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3295
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3392	0.164	2989
4/0	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	3297	0.164	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.94	420	0.214	3492	0.214	2708	0.207	2301
3/0	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2636	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	2162	0.261	1825
2/0	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	2105	0.261	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	1725	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1680	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1768	0.429	1378	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.56	270	0.429	1725	0.429	1342	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.14	270	0.424	1642	0.424	1306	0.414	1148
2	B-A	7	33.62	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.520	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.13	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.60	200	0.682	1104	0.682	855	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	832	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.89	180	0.856	879	0.856	663	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	665	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.850	681	1.85	531	1.05	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	424	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	443	1.73	347	1.67	286
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.180	353	2.18	277	2.10	226
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10		7	5.26	47.73	2.95	65	3.460	223	3.46	176	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 25°C Temperatura Ambiente, 0.5 factor de emisión (cobre opaco), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección perpendicular al eje del cable.



Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos



$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{V} = \frac{1000 \text{ KW}}{V \times \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{V \times \text{e.f.c.} \times \text{o.p.}}$$

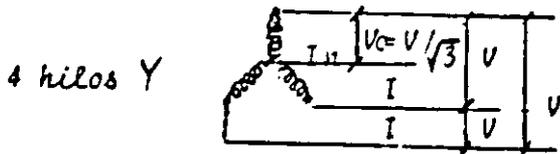
(amps)

(V en volts)

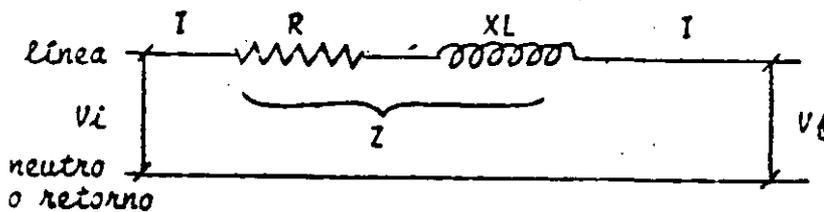
Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos



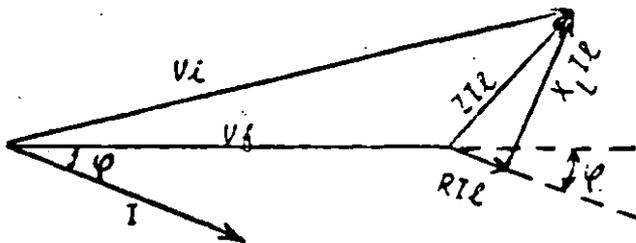
$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} V} = \frac{1000 \text{ KW}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{\sqrt{3} V \cdot \text{e.f.c.} \cdot \text{o.p.}}$$



Representación gráfica de una línea eléctrica (corta)



Representación vectorial de una línea eléctrica



Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta ó baja tensión, en buses de subestaciones y sistemas de tierra.

⊕ Especificaciones para Alambre Desnudo Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre A.W.G.	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		Peso en Kilos por km.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
	mms.	pulg.	mms. cuadrados	mils. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a Tensión en kilos Míni
4/0	11.684	.4600	107.20	211.600	953.0	.16552	3693.665	.16467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167.800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133.100	599.0	.26317	2503.418	.36182	2086.106	.25568	1706.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105.500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83.690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66.370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52.640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.942	.64635	694.00
4	5.189	.2043	21.15	41.740	188.0	.84781	893.592	.84321	718.502	.81532	550.21
5	4.621	.1819	16.77	33.100	149.0	1.0689	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	.1620	13.30	26.250	118.0	1.3478	580.608	1.3409	458.136	1.2963	346.051
7	3.665	.1443	10.55	20.820	93.8	1.6998	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16.510	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13.090	59.0	2.7028	299.920	2.6887	233.241	2.5988	172.595
10	2.588	.1019	5.261	10.380	46.8	3.4089	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.305	.09074	4.172	8.234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.599	4.1340	112.496
12	2.053	.08081	3.309	6.530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.58
13	1.828	.07196	2.624	5.178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4.107	18.5	8.6159	96.844	8.5732	75.569	8.2845	56.337
15	1.450	.05707	1.650	3.257	14.7	10.8666	77.021	0.8108	60.328	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2.583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2.048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6149	28.091
18	1.024	.04030	.8231	1.624	7.32	21.7858	38.769	21.6742	30.667	20.9491	22.280
19	.9116	.03589	.6527	1.288	5.80	27.4718	30.840	27.3307		26.4153	17.667
20	.8118	.03196	.5176	1.022	4.60	34.6473	24.530	34.4506		33.3021	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404		41.9968	11.1132
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7926		52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978		66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433		84.2232	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806		106.2059	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238		133.8956	3.6210
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804		168.8730	2.8718
28	.3211	.01264	.08098	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863		212.9369	2.2775
29	.2859	.01126	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694		268.5170	1.8057
30	.2546	.01025	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108		338.5992	1.4320
31	.2268	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226		426.8581	1.1358
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138		538.4121	.9006
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621		678.8389	.7144
34	.1601	.006306	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419		1079.4490	.5665

⊕ Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o recocidos.

NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

**Características Eléctricas**  
**Alambre y Cable Desnudos de Cobre Duro 97.5% Conductividad IACS Unidades Métricas**

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor por Kilómetro <b>13</b>				Radio Geométrico Medio	Reactancia pc. Conductor por Km 60 cps separados
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	50°C	20°C	50°C	Induct.	
AWG o MCM		ohms.	ohms	ohms	ohms	mm.	ohms.

**Sólido**

10	1	3.361	3.7424	3.361	3.7424	1.0089	0.4306
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4851	1.330	1.4851	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0208	0.3782
3	1	0.6629	0.7407	0.6629	0.7407	2.2708	0.3694
2	1	0.5259	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3610
1	1	0.4169	0.4642	0.4171	0.4645	2.8621	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3682	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3348
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2086	0.2325	4.0508	0.3258
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1656	0.1847	4.5507	0.3170

**Cableado**

4	7	0.8524	0.9492	0.8524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1885	0.3722
3	7	0.6760	0.7556	0.6766	0.7562	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.5914	0.3566
2	3	0.5310	0.5934	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4255	0.4760	3.0236	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.5662	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3761	0.3377	0.3766	3.7795	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3766	3.3833	0.3393
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2367	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8100	0.3300
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3111
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3211
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.0902	0.3086
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3340	0.3050
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0350	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5227	0.2899
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8580	0.2861
400	19	0.09897	0.09942	0.099028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.4066	0.2803
500	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
500	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.8029	0.2763
550	37	0.06474	0.07214	0.06448	0.07413	8.3210	0.2715
600	37	0.05932	0.06624	0.06126	0.06804	8.6868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05686	0.06333	9.0526	0.2651
700	61	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.4488	0.2619
700	37	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.3678	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7231	0.2597
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0194	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0279	0.2574
850	37	0.04188	0.04668	0.04456	0.04967	10.3632	0.2550
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7290	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.6375	0.2530
1000	61	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.3031	0.2484
1000	37	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03226	0.03598	12.6187	0.2401
1500	61	0.02439	0.02719	0.02786	0.03106	13.8379	0.2332
1750	91	0.02091	0.02331	0.02478	0.02762	14.9962	0.2271
2000	91	0.01830	0.02039	0.02256	0.02515	16.0325	0.2220

\* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.5% IACS incrementados en un 2% por cableado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura

§ La reactancia inductiva fue calculada para una distancia equivalente a 305 milímetros.

TABLA I  
CABLES DE ALUMINIO (AAC)

14

Codigo Mundial	Calibre			Cableado	Diametro Total mm.	Tension de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km	Peso Kg / Km	Amperes *
	AWG - CM	mm <sup>2</sup>	Equip en Cobre						
Peacnbell	6	13.287	8	7 x 1.554	4 673	252	2 2211	36.4	100
Rose	4	21.156	6	7 x 1.960	5 892	397	1 3949	58.0	140
Iris	2	33.604	4	7 x 2.473	7 416	606	0 87823	92.2	180
Pansy	1	42.376	3	7 x 2.776	8 331	737	0 69653	116.2	200
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9 347	894	0 55193	146.6	230
Aster	2/0	67.402	1	7 x 3.502	10 515	1125	0 43786	184.8	270
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11 785	1363	0 34716	233.1	300
Ozlip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13 258	1719	0 27532	293.9	340
Sneezewort	250.000	126.678	157.200	7 x 4.800	14 401	2032	0 23298	347.3	450
Valerian	250.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14 579	2045	0 23298	347.3	450
Daisy	266.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14 884	2165	0 21841	370.5	460
Laurel	266.800	135.127	3/0	19 x 3.009	15 062	2177	0 21841	370.5	460
Peony	300.000	151.962	188.700	19 x 3.192	15 976	2404	0 19420	416.7	490
Tulip	336.000	170.409	4/0	19 x 3.380	16 916	2694	0 17319	467.3	530
Daffodil	350.000	177.310	220.000	19 x 3.446	17 246	2803	0 16644	486.3	545
Canna	397.500	201.369	250.000	19 x 3.675	18 389	3120	0 14656	551.1	590
Goldentuit	450.000	227.943	283.000	19 x 3.909	19 558	3460	0 12947	625.1	640
Cosmos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.023	20 142	3669	0 12214	662.7	670
Syringa	477.000	241.617	300.000	37 x 2.882	20 193	3900	0 12214	662.7	670
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20 599	3846	0 11651	694.7	690
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.951	20 650	4086	0 11651	694.7	690
Dahlia	556.500	281.929	350.000	19 x 4.345	21 742	4282	0 10468	773.1	730
Mistletoe	556.500	281.929	350.000	37 x 3.114	21 793	4458	0 10468	773.1	730
Meadowsweet	600.000	303.924	377.000	37 x 3.233	22 631	4808	0 09710	833.5	750
Orchid	636.000	322.177	400.000	37 x 3.329	23 317	5098	0 09160	883.5	780
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23 571	5211	0 08962	903.0	800
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24 460	5611	0 08322	972.5	830
Flag	700.000	354.621	440.000	61 x 2.720	24 485	5833	0 08322	972.5	830
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.533	24 739	5733	0 08141	994	840
Nasturtium	715.500	362.490	450.000	61 x 2.750	24 765	5964	0 08141	994	840
Pelonia	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25 323	5892	0 07768	1042	870
Cattail	750.000	379.905	472.000	61 x 2.816	25 349	6128	0 07768	1042	870
Arbutus	795.000	402.738	500.000	37 x 3.723	26 060	6246	0 07328	1104	900
Lilac	795.000	402.738	500.000	61 x 2.900	26 111	6500	0 07328	1104	900
Cockscomb	900.000	455.950	566.000	37 x 3.962	27 736	6926	0 06472	1250	970
Snapdragon	900.000	455.950	566.000	61 x 3.086	27 787	7212	0 06472	1250	970
Magnolia	954.000	483.298	600.000	37 x 4.079	28 549	7339	0 06106	1325	1010
Goldenrod	954.000	483.298	600.000	61 x 3.177	28 600	7647	0 06106	1325	1010
Hawweed	1'000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29 235	7693	0 05825	1389	1040
Camellia	1'000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29 260	8051	0 05825	1389	1040
Bluebell	1'033.500	523.546	650.000	37 x 4.246	29 718	7951	0 05637	1435	1060
Larkspur	1'033.500	523.546	650.000	61 x 3.307	29 768	8282	0 05637	1435	1060
Marrigold	1'113.000	563.794	700.000	61 x 3.431	30 886	8917	0 05234	1546	1100
Hawthorn	1'192.500	604.107	750.000	61 x 3.550	31 953	9525	0 04885	1656	1160
Narcissus	1'272.000	644.355	800.000	61 x 3.667	33 020	9979	0 04580	1765	1200
Columbine	1'351.500	684.990	850.000	61 x 3.782	34 036	10614	0 04308	1878	1250
Carnation	1'431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35 026	11022	0 04070	1987	1300
Gladiolus	1'510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35 991	11612	0 03857	2098	1340
Coreopsis	1'590.000	805.605	1'000.000	61 x 4.102	36 931	12247	0 03663	2209	1380
Jessamine	1'750.000	886.230	1'101.000	61 x 4.302	38 735	13471	0 03330	2431	1500
Cowslip	2'000.000	1'012.650	1'260.000	91 x 3.764	41 402	15694	0 02914	2776	1550
Sagebrush	2'250.000	1'139.070	1'415.000	91 x 3.992	43 916	17282	0 02590	3156	1650
Lupine	2'500.000	1'265.490	1'570.000	91 x 4.208	46 304	19232	0 02332	3504	1770
Bitterroot	2'750.000	1'391.910	1'730.000	91 x 4.414	48 564	21137	0 02120	3858	1900
Trillium	3'000.000	1'515.750	1'890.000	127 x 3.903	50 698	23042	0 01947	4198	1970
Bluebonnet	3'500.000	1'773.105	2'200.000	127 x 4.216	54 813	26943	0 01664	4958	2050

\* Las capacidades de los cables están calculados para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

## 3.6.3 pruebas a cable terminadas

En cables terminados se efectúan dos tipos de pruebas: Pruebas de Aceptación y Pruebas de Calificación.

## a.— PRUEBAS DE ACEPTACION

**Prueba de Tensión.**— Se emplean tensiones de prueba en corriente alterna (5 min.) y en corriente directa (15 min.), cuyos valores se dan más adelante.

**Resistencia de Aislamiento.**— Deberán tener una resistencia de aislamiento a 15.6°C no menor de la que resulte de calcularla con una constante K = 6100 (en Meghom-Km).

**Descargas Parciales.**— La descarga parcial máxima en picocoulombs (pC) no debe exceder los valores dados por la ecuación:

$$pC = 5 + \left( \frac{V_T}{V_{RG}} - 1.5 \right) \times 30$$

donde:

$V_T$  = tensión de prueba.

$V_{RG}$  = tensión nominal de fase a tierra.

La fórmula es aplicable cuando la cantidad entre paréntesis no es menor que cero.

## PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES

RELACION $V_T/V_{RG}$		1.5	2.0	2.5	3.0
TENSION NOM. DEL CABLE EN KV	TENSION A TIERRA ( $V_{RG}$ ) EN KV	PRUEBA DE TENSION ( $V_T$ ) EN KV CORRESPONDIENTE A $V_T/V_{RG}$			
5	2.9	4.3	5.8	7.2	8.6
8	4.6	6.9	9.2	11.5	13.8
15	8.7	13.0	17.3	21.6	26.0
25	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2*
28	16.2	24.2	32.3	40.4	48.4*
35	20.2	30.3	40.4	50.5	60.6*
48	28.5	39.8	53.1	66.3	•
69	40.0	60	80	•	•
Descarga máxima permisible en pico coulombs		5	20	35	50

Los cables deben probarse en las tensiones correspondientes a las cuatro relaciones de tensión  $V_T/V_{RG}$ .

\*La tensión de prueba  $V_T$  no debe exceder de la tensión de prueba en corriente alterna especificada para los diferentes espesores de aislamiento.

**Adherencia entre el Aislamiento y la Pantalla Semiconductora Extruída sobre el Aislamiento.**— La fuerza necesaria para retirar la capa semiconductora del aislamiento debe estar dentro de los límites indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO	CABLES DE 5 A 35 KV		CABLES DE 48 A 69 KV
	TENSION EN Kgf		TENSION EN Kgf
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Termoplástica	1.8	9.1	5.5
Termofija	1.8	12.7	5.5

**Estabilidad Estructural.**— Debe hacerse sobre muestras de cable con tensiones nominales de 15KV y mayores.

**Estabilidad Dimensional.**— La proyección axial del conductor fuera del aislamiento no debe exceder de 4.1 mm. en ninguno de los extremos para cables de 5 a 35KV. Los valores medidos en cables de 46 a 69 KV se registran como información únicamente.

**Cavidades y Contaminantes en el Aislamiento e Irregularidades en la Pantalla sobre el Conductor.**— Las muestras cortadas en rodajas no deben tener los siguientes defectos:

— Cavidades mayores de 0.125 mm. El número de cavidades de 0.05 mm y mayores no debe exceder de 2 por  $cm^3$ .

— Cualquier contaminante mayor de 0.25 mm. El número de contaminante no debe exceder de 11 por  $cm^3$ .

— Cualquier material translúcido que sea mayor de 1.25 mm en su proyección sobre un vector radial.

— Cualquier proyección o irregularidad que salga más de 0.25 mm de la superficie de la pantalla extruída sobre el conductor.

Basado en Norma CCONNIE 10.2-4, 1971.

## b.- PRUEBAS DE CALIFICACION

Estas se efectúan para comprobar que el fabricante es capaz de proporcionar cables con la totalidad de características de funcionamiento deseadas.

Las pruebas de cables de 5 a 15 KV se efectúan en cables de 15 KV con espesor de aislamiento de 4.4 a 5.6 mm.

Las pruebas de cables de 5 a 35 KV se efectúan en cables de 35 KV con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla No. 3.6.4 b (Espesor de aislamiento, tensiones de prueba y calibres de conductor).

Para pruebas de 46 KV se prueba una muestra con espesor de aislamiento de 11.3 ó 14.7 mm.

## PRUEBA DE ALTA TENSION LARGA DURACION

Esta se realiza en muestras de cables de 15 KV y mayores.

Para cumplir los requisitos mínimos de calificación, la muestra del cable debe soportar 4 horas a 8 KV/mm y la primera hora a 12 KV/mm.

## PRUEBA DE TENSION DE IMPULSO A LA RUPTURA

Para efectos de esta especificación, los valores de tensión de NBA, o valores de impulso que deben soportar los cables son los siguientes:

TENSION NOMINAL DEL CABLE KV	TENSION NBA KV
5	60
8	95
15	110
25	150
28	150
35	200
46	250
69	350

## PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO CICLICO

Esta prueba se efectúa a muestras de cables para 15 KV y mayores, al final del primer día y en cada período de 7 días se miden y registran las descargas parciales en picocoulombs a la temperatura de prueba especificada; asimismo, se registra el factor de disipación a la tensión nominal a tierra.

## PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA RESISTENCIA DE LAS PANTALLAS SEMI-CONDUCTORAS EXTRUIDAS

Pantalla sobre el conductor: La estabilidad de la resistencia no debe exceder de 100,000 ohms-cm en ninguna lectura.

Pantalla-cubierta sobre el aislamiento: La resistividad de las pantallas o cubiertas semi-conductoras sobre el aislamiento no debe exceder de 50,000 ohms-cm en ninguna lectura.

## c.- PRUEBAS EN EL CAMPO

— En cualquier momento durante la instalación se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 75% de lo indicado en la Tabla 3.6.4.b, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

— Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a valor que no exceda al 80% del indicado en la misma tabla, aplicado directamente durante 15 minutos consecutivos.

— Después de que el cable ha sido puesto en operación normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 65% del indicado en la misma tabla, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.- 4.1971.

### 3.0 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES (TENSION HASTA 600 V)

Todas las instalaciones eléctricas de la República Mexicana, deben cumplir con los requisitos mínimos que marcan las "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" (NITE 91), editadas por la SCCFI a través de la Dirección General de Normas.

La Sección 302 de dichas normas, referente a los conductores eléctricos, se reproduce en las siguientes páginas.

Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3. En edificios se utilizan principalmente los tipos TW (60°C), THW y THWN (75°C)

La capacidad de corriente de los conductores de cobre aislado, para una temperatura ambiente de 30°C, se muestran en la Tabla 302.4.

Los factores de corrección por agrupamiento de conductores y por temperatura ambiente se muestran en las Tablas 302.4a y 302.4b, respectivamente.

## SECCION 302 – CONDUCTORES DE USO GENERAL

### 302.1 Aplicación.

Esta sección trata de los conductores de mayor uso en instalaciones de utilización; sus requisitos se refieren principalmente a conductores aislados y establecen, en general, la forma en que éstos se designan, su capacidad de corriente, sus modos de uso y la forma en que deben estar marcados.

Estos requisitos no se aplican a los conductores que formen parte integrante de equipos tales como motores, arrancadores de motores y equipos similares.

### 302.2 Uso de conductores desnudos.

En instalaciones de utilización, pueden usarse conductores desnudos en los siguientes casos:

- Para conductor de puesta a tierra, dentro de la misma canalización de los conductores aislados del circuito o bien llevando en forma independiente, como se indica en la Sección 206.
- En líneas aéreas, en el exterior de edificios.

### 302.3 Uso de conductores aislados.

Los conductores, que se emplean en instalaciones de utilización deben estar aislados, de acuerdo con su tensión de servicio y condiciones de operación, excepto en los casos que se mencionan en el artículo 302.2 anterior.

La Tabla 302.3 muestra los tipos de conductores aislados más comunes, para tensiones hasta de 600 volts, y las características de su aislamiento. Estos conductores deben usarse de manera que no sobrepasen la temperatura máxima de operación indicada en la misma Tabla 302.3 para el tipo de aislamiento de que se trate.

### 302.4 Capacidad de corriente en conductores aislados.

La Tabla 302.4 indica los valores de capacidad de corriente para conductores de cobre aislados, de acuerdo con el tipo de aislamiento y la forma de instalación. Los valores de esta tabla deben corregirse, como se indica a continuación, por un mayor agrupamiento de los conductores o por un aumento en la temperatura ambiente.

- Factores de corrección por agrupamiento. La Tabla 302.4 a) muestra los factores de corrección que deben aplicarse cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3.
- Factores de corrección por temperatura ambiente. La Tabla 302.4 b) muestra los factores de corrección que deben aplicarse para condiciones de temperatura ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) de 31°C o mayor.

### 302.5 Aplicaciones de conductores aislados

- Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3.
- Locales o lugares mojados. Los conductores aislados que se usen en locales o lugares mojados o donde haya condensación o acumulación de humedad dentro de las canalizaciones, deben tener aislamiento resistente a la humedad o bien una cubierta exterior de tipo aprobado para estas condiciones de trabajo.

Dichos conductores no son adecuados para enterrarse directamente, a menos que se trate de un tipo específicamente aprobado para este uso.

- Conductores subterráneos. Los conductores que se instalen enterrados directamente o en canalizaciones subterráneas, deben ser del tipo adecuado y aprobados para tal uso. Cuando sea necesario, deben protegerse contra

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico resistente a la humedad y a la corrosión (cable plano bipolar o tripolar)	NMC *	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad, a los hongos, a la corrosión y retardadora de la flama	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad, para alumbrado industrial	NMC-ASP *	60	Termoplástico resistente a la humedad y retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad y retardadora de la flama	Alumbrado industrial
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado	No metálica, resistente a la humedad	Locales húmedos y directamente enterrados
		90		Ninguna	Locales secos
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alumbrado en máquinas herramientas
		90			Locales secos, alumbrado en máquinas herramientas
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto	No metálica retardadora de la flama	Alumbrado de tableros de distribución solamente
Termoplástico y malla de fibra	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama	Sólo alumbrado de tableros

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Sólo alumbrado de tableros
Aislante mineral cubierta metálica	MI	85	Oxido de magnesio	Cobre	Locales húmedos y secos
		250			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales
Silicón Asbesto	SA	90	Hule Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos
		125			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales
Etileno propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálica, resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama	Locales húmedos y secos y directamente enterrados
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto	Aplicaciones especiales en locales secos

Tabla 302.3

## Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH RIH	75 90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon	THWN	60	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales con grasas, aceite y gasolina
		75			Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro)	DF *	75	Termoplástico, resistente a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos y húmedos Hasta 1 000 V.

● Tipos mas usados en edificios

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Cambray Barnizado	V	85	Asbesto y Cambray Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambray Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambray Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente. instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AJ	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V.
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas o con permiso especial

\* Estos tipos corresponden a cables multiconductores cuya designación se refiere a las características de la cubierta o forro del cable y no a la del aislamiento del conductor.

TABLA 302.4  
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
	Tipos		Tipos		Tipos		Tipos	
	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre (mm) 2 AWG / MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
2 14	15	20	15	20	25	30	25	30
3 12	20	25	20	25	30	40	30	40
5 10	30	40	30	40	40	55	40	55
8 8	40	55	45	65	50	70	50	70
13 6	55	80	65	95	70	100	70	100
21 4	70	105	85	125	90	135	90	135
34 3	80	120	100	145	105	155	105	155
34 2	95	140	115	170	120	180	120	180
	110	165	130	195	140	210	140	210
54 0	125	195	150	230	155	245	155	245
67 00	145	225	175	265	185	285	185	285
85 000	165	260	200	310	210	330	210	330
107 0000	195	300	230	360	235	385	235	385
127 250	215	340	255	405	270	425	270	425

Continúa TABLA 302.4  
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG (mm <sup>2</sup> ) MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
152 300	240	375	285	445	300	480	300	480
178 350	260	420	310	505	325	530	325	530
203 400	280	455	335	545	360	575	360	575
253 500	320	515	380	620	405	660	405	660
304 600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
380 750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
506 1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

\* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

Continúa TABLA 302.4  
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
Tipos	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEPB	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	—	—
300	345	555	380	590	—	—



Nota 3. Los valores de la columna "Al aire" se refieren al caso de conductores instalados sobre aisladores, o bien sobre charolas ventiladas. En la columna "En tubería o cable" se incluyen los demás métodos de instalación autorizados.

Nota 4. Cuando los conductores desnudos se usan como conductores de puesta a tierra y se encuentran instalados junto a conductores aislados, sus capacidades de corriente deben limitarse a las permitidas para los conductores aislados del mismo calibre.

Nota 5. Cuando en un grupo de conductores se tengan aislamientos para temperaturas máximas diferentes, la temperatura límite del grupo debe determinarse por la menor de ellas.

(Continúa de pág. 69)

daño mecánico por medios tales como placas metálicas, losas de concreto, ductos, etc.

- d) Corrosión. Los conductores expuestos a vapores, aceites, grasas, gases, humos y otras sustancias que puedan deteriorar al conductor o a su aislamiento, deben ser del tipo aprobado para este propósito.
- e) Calibre mínimo. Los alambres y cables de instalaciones de utilización no deben ser menores que el No. 14 AWG (2.08 mm<sup>2</sup>), salvo los casos de excepción que consideran algunas secciones de estas Normas Técnicas. No se incluyen en esta disposición los conductores usados en circuitos de comunicaciones, control y señalización.
- f) Cables. Los conductores No. 8 AWG (8.37 mm<sup>2</sup>) o mayores, instalados en canalizaciones, deben ser cables (o sea, formados por varios hilos trenzados), excepto cuando se usen como barras colectoras.
- g) Conductores en paralelo. Cuando se usen conductores en paralelo, deben tener las mismas características físicas, o sea, igual longitud, igual tipo de aislamiento, el mismo material del conductor, con la misma sección transversal; así como unirse firmemente en sus extremos para asegurar una distribución uniforme de corriente entre los mismos conductores.

### 302.6 Identificación de conductores.

Todos los conductores deben marcarse con la siguiente información:

- a) La máxima tensión de operación para la cual ha sido aprobado el conductor.
- b) La letra o letras que indican el tipo o clase de <sup>aislamiento</sup> ~~alambre~~ cable como se ha especificado en la Tabla 302.3.
- c) El nombre del fabricante, industria u otra marca distintiva de la organización responsable del producto, que se identifique fácilmente.

- d) El calibre AWG o el área en MCM, y en mm<sup>2</sup>
- e) Número de autorización de la Secretaría para su venta y uso.

### 302.7 Método de marcado.

- a) Rotulado. Los siguientes conductores deben llevar marcas durables sobre la superficie a intervalos que no excedan de 30 centímetros:
  - Conductores con aislamiento de hule o termoplástico.
  - Cables multiconductores con cubierta exterior no metálica.
- b) Cinta de identificación. Los cables multiconductores con cubierta metálica pueden llevar una cinta de identificación en el interior y en toda su longitud.
- c) Etiquetado. Los siguientes conductores pueden marcarse por medio de etiquetas impresas fijadas al rollo, carrete o caja de empaque:
  - Cordon flexible.
  - Alambre para tableros.
  - Cable de un solo conductor con cubierta metálica.
  - Conductor con superficie exterior de asbesto.

## 4.0 PASOS PARA SELECCIONAR LA SECCION O CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

Los pasos que deben seguirse son los siguientes:

- Paso 1) Corriente de la carga.
- Paso 2) Factores de corrección.
- Paso 3) Capacidad de conducción del conductor.
- Paso 4) Revisión por caída de tensión.
- Paso 5) Revisión por corriente de circuito corto.
- Paso 6) Cálculo del calibre económico.

### PASO 1. CORRIENTE DE LA CARGA

Puede obtenerse por medio de fórmulas, en la placa de datos de los equipos que conformen la carga o en tablas elaboradas por los fabricantes. La Tabla "Intensidad de Corriente a Plena Carga de Motores" contiene datos publicados en las NTIE.

Fórmulas usuales:

a) Una fase, dos hilos:

$$I = VA / V = W / (V \times fp) = (746 \times hp) / (V \times fp \times e)$$

b) Tres fases, tres hilos:

$$I = VA / (1.732 \times V) = W / (1.732 \times V \times fp) = (746 \times hp) / (1.732 \times V \times fp \times e)$$

Donde:

- I Corriente en amperes (A)
- V Tensión entre líneas en volts.
- hp Potencia en caballos.
- W Potencia en watts.
- VA Potencia en volt-amperes
- fp Factor de potencia.
- e Eficiencia

### PASO 2. FACTORES DE CORRECCION

La corriente que circulará por los conductores, debe afectarse por los factores de corrección que correspondan de las tablas 302.4a y 302.4b.

### PASO 3. CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR

En la tabla 302.4 se selecciona el tamaño del conductor que pueda conducir la corriente calculada en el Paso 2.

#### PASO 4. REVISION POR CAIDA DE TENSION

El Art. 203.3 (NTIE) establece la máxima caída de tensión que deben tener los conductores, ésta previsión es con el fin de evitar daños a los equipos conectados.

La caída total, en circuitos alimentadores mas derivados no debe exceder del 3%, sin exceder en ninguno de ellos del 3%.

La caída de tensión es función de las siguientes variables:

- a) corriente que fluye por el conductor
- b) tensión de operación
- c) longitud, sección transversal y material del conductor.

En las siguientes páginas se reproducen fórmulas, tablas y gráficas para calcularla.

#### PASO 5. REVISION POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.

Los conductores aislados deben soportar la corriente de circuito corto del sistema sin dañarse, esto puede verificarse con tablas o con la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = (330 S/\sqrt{t}) \sqrt{\log((234.5+T_f) / (234.5+T_i))}$$

donde:

- $I_{cc}$  = corriente de circuito corto en amperes  
 $S$  = sección transversal del conductor en mm<sup>2</sup>  
 $t$  = duración del c.c. en segundos  
 $T_f$  = temperatura máx. del conductor durante el c.c.  
150°C para aislamientos termoplásticos  
250°C para elastoméricos  
 $T_i$  = temperatura inicial del conductor en °C

#### PASO 6. CALCULO DEL CALIBRE ECONOMICO.

La capacidad de conducción de los conductores aislados está en función de la temperatura que puedan soportar sus aislamientos sin dañarse.

Por ejemplo: la capacidad de corriente de un conductor aislado de 21mm<sup>2</sup> (4AWG) puede ser de 60,75 u 80A si la temperatura máxima de operación de los aislamientos son, respectivamente, 60,75 o 90 °C.

Al aumentar la capacidad de conducción puede reducirse el costo inicial de las instalaciones; pero, es necesario considerar que el costo de operación se incrementa al disiparse mayor cantidad de energía en forma de calor (Ley de Joule:  $W=I^2R$ ).

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HASTA  
DE 600 V.

## CALCULO DE CAIDA DE TENSION ( e% )

Circuito	Fórmulas para calcular caída de tensión en %
1Ø, 127 V	$e\% = \frac{2 R}{127 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$
1Ø, 220 V	$e\% = \frac{2 R}{220 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$
3Ø, 220 V	$e\% = \frac{1.73 R}{220 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$
3Ø, 440 V	$e\% = \frac{1.73 R}{440 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$

donde: S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>  
 R = resistividad del conductor (cobre 0.0172 ohm-m/mm<sup>2</sup>)  
 L = longitud en un solo sentido en m  
 I = corriente a plena carga en A

Para facilitar las operaciones de estas fórmulas pueden usarse las siguientes constantes :

Dichas constantes se multiplicarán por (I) y por (L).

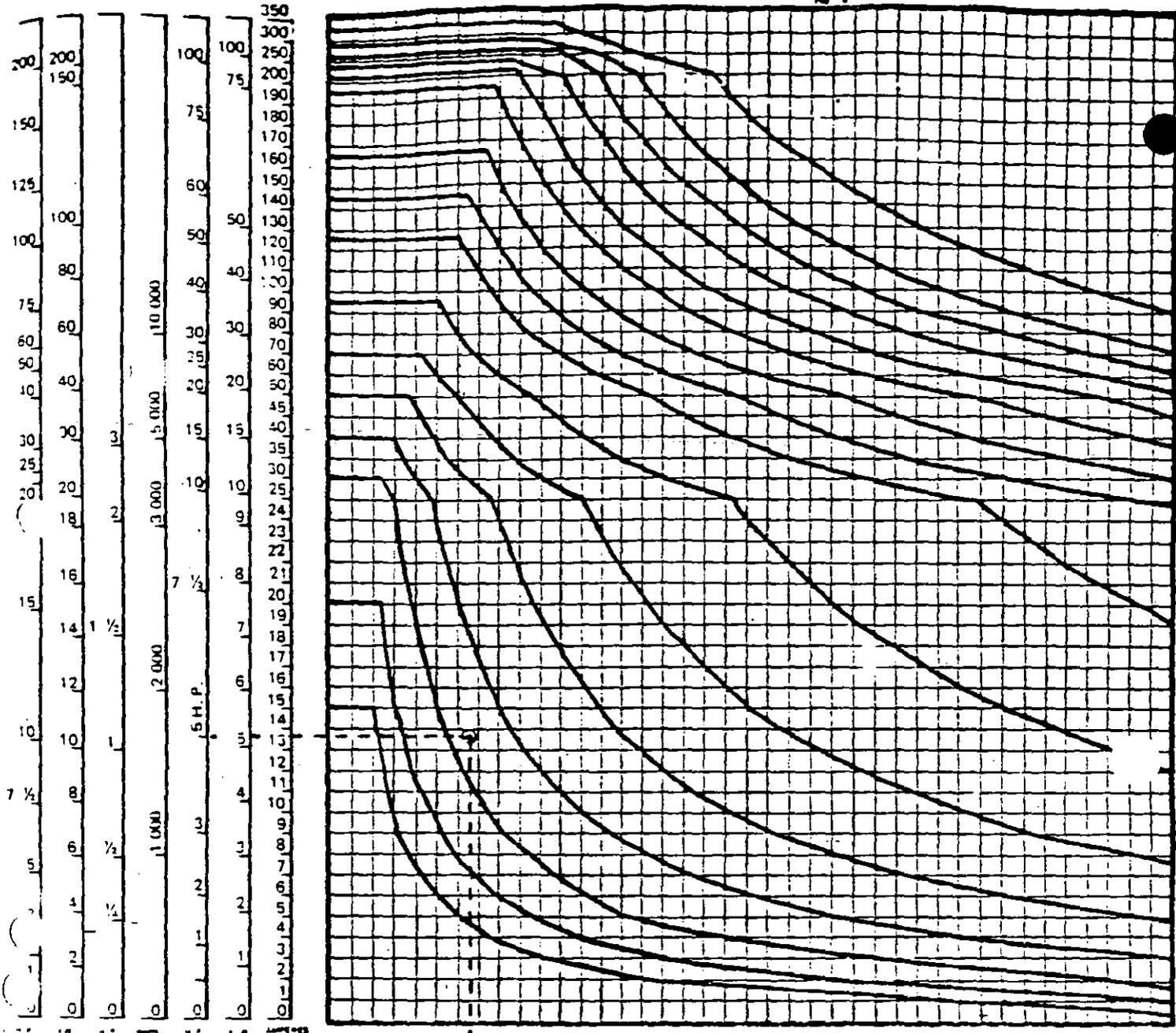
CONDUCTOR		3Ø, 440V	3Ø, 220V	1Ø, 220V	1Ø, 127V
mm <sup>2</sup>	AWG ó MCM				
2	14	0.00 344	0.00 688	0.00 790	0.01 376
3	12	0.00 216	0.00 422	0.00 496	0.00 854
5	10	0.00 136	0.00 272	0.00 313	0.00 544
8	8	0.00 085	0.00 170	0.00 195	0.00 340
13	6	0.00 050	0.00 100	0.00 115	0.00 200
21	4	0.00 034	0.00 068	0.00 078	0.00 136
34	2	0.00 021	0.00 042	0.00 042	0.00 084
54	1/0	0.00 013	0.00 026	0.00 030	0.00 052
67	2/0	0.00 010	0.00 020	0.00 023	0.00 040
85	3/0	0.00 008	0.00 016	0.00 018	0.00 032
107	4/0	0.00 007	0.00 014	0.00 016	0.00 028
127	250	0.00 006	0.00 012	0.00 014	0.00 016
152	300	0.00 005	0.00 010	0.00 011	0.00 020
178	350	0.00 004	0.00 008	0.00 009	0.00 016
253	500	0.00 003	0.00 006	0.00 007	0.00 012

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HASTA  
DE 600 V.DISTANCIA EN METROS PARA CIRCUITOS TRIFASICOS A 440V CON  
CAIDA DE TENSION DE 3%

Intensi- dad de corrien- te.	Sección del Conductor en mm <sup>2</sup> (Calibre AWG ó MCM)												
	2 (14)	3 (12)	5 (10)	8 (8)	13 (6)	21 (4)	34 (2)	54 (1/0)	67 (2/0)	85 (3/0)	107 (4/0)	127 (250)	152 (300)
3	290	460	720	1180									
6	145	230	370	590	1000	1470							
15	50	90	140	235	400	590	950						
20	40	70	110	176	300	440	710	1150					
25		55	90	140	240	350	570	800					
35			63	100	170	250	410	660	860	1070			
50				70	120	180	290	460	600	750	860	1000	
70					85	130	200	330	430	540	610	700	850
80					75	110	180	290	380	470	530	620	750
90					65	100	150	260	330	410	475	550	660
100						90	140	230	300	375	430	500	600
125						70	110	180	240	300	340	400	480
150							95	150	200	250	285	330	400
175							80	130	170	215	245	280	340
225								110	130	160	190	220	265
250									120	150	170	200	240
275										135	150	180	210

Para otras tensiones multiplicar los valores de la Tabla por:

0.5 para 220 V. 30  
 0.435 " 220 V. 10  
 0.25 " 127 V. 10



1F 2W	2F 3W	3F 3W
3F 4W	3F 4W	3F 4W
1 1/2 % 127V		
2 % 127V	1 1/2 % 220V	
3 % 127V	1 5 % 220V	
4 % 127V	2 % 220V	1 % 440V
5 % 127V	2 5 % 220V	1 25 % 440V
	3 % 220V	1 5 % 440V
	4 % 220V	2 % 440V
	5 % 220V	2 5 % 440V
		3 % 440V
		5 % 440

0	1	50	100
0	10	100	200
0	10	150	300
0	10	200	400
0	10	250	500
0	10	300	600
0	20	400	800
0	20	500	1000
0	20	600	1200
0	40	1000	2000

Ejemplo: -

Para el calculo del calibre de un conductor de una línea de 100 metros, que alimentara a un motor de 5 H.P. a 220 Volts, 3 Fases, con un 3 % en pérdida de voltaje; se localizará en la columna correspondiente a H.P. y 220 Volts el valor de 5, y en el cuadro correspondiente a 3 Fases, 3 % y 220 Volts, se localizará la longitud de la línea de 100 metros. Se trazan las coordenadas y su punto de intersección se encontrará dentro del área que corresponde al calibre 8 AWG, que será el adecuado para estas necesidades.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HAS-  
TA DE 600 V. EJEMPLOTABLA PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES Y DE TUBERIAS PARA ALIMENTAR  
MOTORES

Motor hp	Cond. AWG mm <sup>2</sup> o (MCM)	Tubo ∅ mm	Longitud máxima m	Cond. (THW) AWG ó MCM	Tubo ∅ mm	Longitud máxima m
5	3 (12)	19	220	10	19	360
7.5	3 (12)	19	150	10	19	250
10	3 (12)	19	120	10	19	200
15	5 (10)	19	130	8	25	210
20	8 (8)	25	160	6	25	260
25	13 (6)	25	210	4	31	340
30	13 (6)	25	180	4	31	290
40	21 (4)	31	220	2	31	360
50	34 (2)	31	290			
60	34 (2)	31	240			
75	54 (1/0)	51	310			
100	85 (3/0)	51	380			
125	108 (4/0)	63	380			
150	152 (300)	63	460			
200	253 (500)	76	500			
	2-85 (2-3/0)*	2-51	390			
250	380 (750)	101	500			
	2-107 (2-4/0)*	2-63				

\* Preferible instalar dos conductores por fase

APLICACION.-

Instalaciones aéreas en interiores o en exteriores, donde la temperatura ambiente (media diaria sea de 45°C ó menor y la temperatura máxima sea de 60°C ó menor).

CONSIDERACIONES DE DISEÑO.-

- Temperatura ambiente 45°C
- Caída de tensión máxima 4%
- Tensión de distribución 480 V, 3 ∅.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HAS-  
TA DE 600 V. EJEMPLO

- d) Conductores de cobre cableados, con aislamiento termoplástico para 600 V y temperatura de operación de 75°C, tipo THW. (Tabla 302.4)\*
- e) Corriente a plena carga de motores de inducción jaula de ardilla (hasta 6 polos, par normal) o de rotor devanado, de 3 fases, 440 V, 60 Hz, (Tabla 403.95)\*
- f) Corriente corregida  $I_c = \frac{1.25 I_{pc}}{0.82}$   
donde:  
1.25 Ipc es la ampacidad mínima del conductor (Art.403.14)\*  
0.82 es el factor de corrección por temperatura ambiente (Tabla 302.4b)\* 45°C.
- g) Tubería metálica rígida según norma de calidad DGN-J-16, grado B tipo 2. Area transversal ocupada por conductores: 35% máximo. Dimensionada para que tres conductores de control de 2 mm<sup>2</sup> (14 AWG) y tres conductores de fuerza, hasta de 21 mm<sup>2</sup> (4AWG) inclusive, se alojen en la misma tubería; los conductores de fuerza de 34 mm<sup>2</sup> (2 AWG) ó mayores se consideran alojados en tuberías independientes de las de control.

\* Referencia NTIE 81



**CONSUMEX, S.A.**  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE CABLES  
 S.A. DE C.V. - 1978

**CONCEPTOS BASICOS SOBRE  
 CABLES DE ENERGIA**

**DIRECCION  
 DIVISION  
 POTENCIA**

31

PUBLICACION MT-23/EN

**C O N T E N I D O**

- Apuntes sobre principios básicos de electricidad aplicables a cables de energía
- Gráficas de aplicación de conceptos anteriores
- Apuntes sobre elementos constructivos de cables de energía

FECHA: <b>FEBRERO</b> 1980	SUSTITUYE A: <b>ABRIL</b> 1979	ELABORÓ:  Ing. Francisco Hawley	REVISÓ:  	APROBÓ:  	PAG.: <u>1</u> DE: <u>22</u>
----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	-----------------	-----------------	---------------------------------

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS  
HASTA DE 600 V.

## INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES

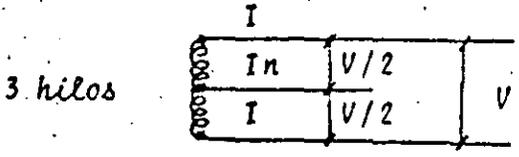
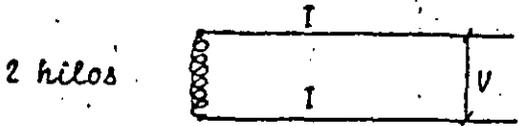
POTENCIA		C D		C A (Mono fásico)		Motores de Inducción jau- la de ardilla y rotor de- vanado.			
						C A (Trifásico)			
kW	HP	120V	240V	115V	230V	115V	230V	460V	2300
0.12	1/6	---	---	4.4	2.2	---	---	---	---
0.19	1/4	3.1	1.6	5.8	2.9	---	---	---	---
0.25	1/3	4.1	2.0	7.2	3.6	---	---	---	---
0.37	1/2	5.4	2.7	9.8	4.9	4	2	1	---
0.56	3/4	7.6	3.8	13.3	6.9	5.6	2.8	1.4	---
0.74	1	9.5	4.7	16	8	7.2	3.6	1.8	---
1.12	1.5	13.2	6.6	20	10	10.4	5.2	2.6	---
1.50	2	17	8.5	24	12	13.6	6.8	3.4	---
2.24	3	25	12.2	34	17	---	9.6	4.8	---
3.73	5	40	20	56	28	---	15.2	7.6	---
5.60	7.5	58	29	80	40	---	22	11	---
7.46	10	76	38	100	50	---	28	14	---
11.20	15	---	55	---	---	---	42	21	---
14.92	20	---	72	---	---	---	54	27	---
18.65	25	---	89	---	---	---	68	34	---
22.40	30	---	106	---	---	---	80	40	---
29.85	40	---	140	---	---	---	104	52	---
37.30	50	---	173	---	---	---	130	65	---
44.80	60	---	206	---	---	---	154	77	16
56.85	75	---	255	---	---	---	192	96	20
74.60	100	---	341	---	---	---	248	124	26
93.25	125	---	425	---	---	---	312	156	31
112.00	150	---	506	---	---	---	360	180	37
150.00	200	---	675	---	---	---	480	240	49

## Notas:

a).- Los valores dados de intensidad de corriente a plena carga son para motores que giran a velocidades normales, con características normales de par resistente. Para motores construidos con características especiales de velocidad o par resistente, ver datos de placa.



Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos

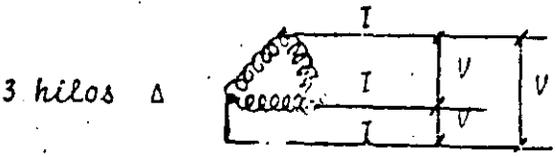


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{V} = \frac{1000 \text{ KW}}{V \times \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{V \times \text{e.f.c.} \times \text{d.p.}}$$

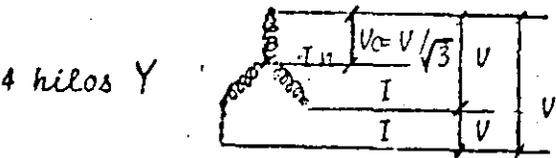
(amps)

(V en volts)

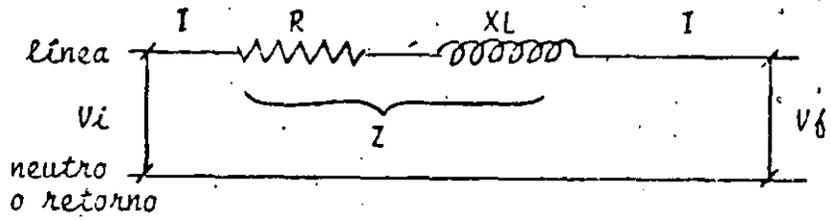
Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos



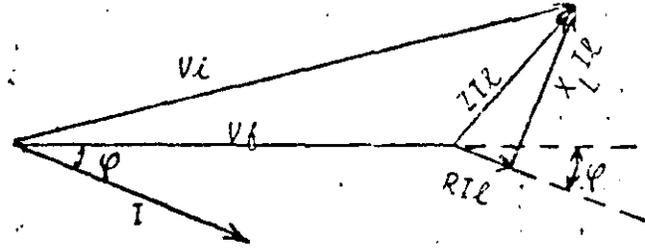
$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} V} = \frac{1000 \text{ KW}}{\sqrt{3} V \cdot \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{\sqrt{3} V \cdot \text{e.f.c.} \cdot \text{d.p.}}$$



Representación gráfica de una línea eléctrica (corta)



Representación vectorial de una línea eléctrica



Especificaciones para Cable de Cobre Duro, Semi-Duro y Suave. Ⓢ

11

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. de Hilos	Area mm <sup>2</sup>	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
							Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Oms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	506	4595	29.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0347	13256
1000	AA	37	506	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15600	0.0347	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14376	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14183	0.0385	11856
800	B-A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12812	0.0434	10866
800	AA	37	405	3676	26.82	1130	0.0451	15930	0.0449	12569	0.0434	10546
750	B-A	61	380	3448	25.30	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.32	1090	0.0481	15150	0.0479	11862	0.0463	9879
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.60	990	0.0555	13213	0.0552	10283	0.0534	8569
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10788	0.0578	8080
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	9553	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0653	9065	0.0631	7234
550	A-AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0653	8759	0.0631	7049
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	840	0.0721	10211	0.0178	7961	0.0594	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	840	0.0721	9957	0.0178	7856	0.0594	6591
450	B-A	37	228.0	2063	19.61	780	0.0802	9276	0.0798	7212	0.0771	5933
450	AA	19	228.0	2068	19.59	780	0.0802	8959	0.0798	7022	0.0771	5933
400		37	202.8	1838	18.49	730	0.0902	8310		6414	0.0868	5271
400	A-AA	19	202.8	1838	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	6328	0.0868	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	5647	0.0991	4799
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5334	0.0991	4613
350	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	5461	0.0991	4613
300	B	37	152.0	1379	16.00	610	0.120	6291	0.120	4872	0.116	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	610	0.120	6128	0.120	4776	0.116	3954
300	AA	12	152.0	1379	16.69	610	0.120	5974	0.120	4713	0.116	3954
250	B	37	126.6	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	4061	0.139	3429
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3295
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3392	0.164	2989
4/0	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	3297	0.164	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.94	420	0.214	3492	0.214	2708	0.207	2301
3/0	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2636	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	2162	0.261	1825
2/0	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	2105	0.261	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	1725	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1680	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1768	0.429	1378	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.56	270	0.429	1725	0.429	1342	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.14	270	0.424	1642	0.424	1306	0.414	1148
2	B-A	7	33.62	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.520	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.13	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.60	200	0.682	1104	0.682	855	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	832	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.89	180	0.856	879	0.856	683	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	665	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.850	681	1.85	531	1.05	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	424	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	443	1.73	347	1.67	286
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.180	353	2.18	277	2.10	226
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10		7	5.26	47.73	2.95	65	3.460	223	3.46	176	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 25°C Temperatura Ambiente, 0.5 factor de emisión (cobre opaco), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta ó baja tensión, en buses de subestaciones y sistemas de tierra.

⊕ Especificaciones para Alambre Desnudo Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre A.W.G.	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		Peso en Kilos por km.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
	mms.	pulg.	mms. cuadrados	mils. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima
4/0	11.684	.4600	107.20	211,600	953.0	.16552	3693.665	.16467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167,800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133,100	599.0	.26317	2503.418	.36182	2086.106	.25568	1706.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105,500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83,690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66,370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52,640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.942	.64635	694.000
4	5.189	.2043	21.15	41,740	188.0	.84781	893.592	.84321	718.502	.81532	550.200
5	4.621	.1819	16.77	33,100	149.0	1.0689	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	.1620	13.30	26,250	118.0	1.3478	580.608	1.3409	458.136	1.2963	346.051
7	3.665	.1443	10.55	20,820	93.8	1.6998	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16,510	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13,090	59.0	2.7028	299.920	2.6887	233.241	2.5988	172.595
10	2.588	.1019	5.261	10,380	46.8	3.4089	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.305	.09074	4.172	8,234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.599	4.1340	112.490
12	2.053	.08081	3.309	6,530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.500
13	1.828	.07196	2.624	5,178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4,107	18.5	8.6159	96.844	8.5732	75.569	8.2845	56.337
15	1.450	.05707	1.650	3,257	14.7	10.8666	77.021	10.8108	60.328	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2,583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2,048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6149	28.091
18	1.024	.04030	.8231	1,624	7.32	21.7858	38.769	21.6742	30.667	20.9491	22.280
19	.9116	.03589	.6527	1,288	5.80	27.4718	30.840	27.3307	26.4153	26.4153	17.667
20	.8118	.03196	.5176	1,022	4.60	34.6473	24.530	34.4505	24.530	33.3021	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404	19.4365	41.9968	11.1132
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7926	15.5403	52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978	12.3401	66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433	9.8295	84.2232	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806	7.8291	106.2059	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238	6.2279	133.8956	3.6210
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804	4.9533	168.8730	2.8718
28	.3211	.01264	.08098	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863	3.9454	212.9369	2.2775
29	.2859	.01126	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694	3.1380	268.5170	1.8057
30	.2546	.01025	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108	2.4957	338.5992	1.4320
31	.2268	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226	1.9849	426.8581	1.1358
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138	1.5807	538.4121	.9008
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621	1.25737	678.8389	.71442
34	.1601	.006305	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419	0.99973	1079.4490	.56654

Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves o recocidos.

NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

13

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor por Kilómetro				Radio Geométrico Medio	Reactancia pc. Conductor por Km. 60 cps 305 mm. de separación §
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	50°C	20°C	50°C		Inductiva X <sub>L</sub>

AWG o MCM		ohms.	ohms	ohms	ohms	mm.	ohms
<b>Sólido</b>							
10	1	3.361	3.7424	3.361	3.7424	1.0089	0.4306
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4851	1.330	1.4851	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0208	0.3782
3	1	0.6629	0.7407	0.6629	0.7407	2.2708	0.3694
2	1	0.5259	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3610
1	1	0.4169	0.4642	0.4171	0.4645	2.8621	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3682	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3345
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2086	0.2325	4.0508	0.3258
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1658	0.1847	4.5507	0.3170

<b>Cableado</b>							
4	7	0.8524	0.9492	0.8524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1885	0.3722
3	7	0.6760	0.7556	0.6766	0.7562	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.6914	0.3566
2	3	0.5310	0.5934	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4255	0.4760	3.0236	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.5662	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.7795	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3765	3.3833	0.3393
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2367	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8100	0.3304
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3137
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3219
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.0902	0.3086
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3340	0.3050
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0350	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5227	0.2899
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8580	0.2861
400	19	0.08897	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.4066	0.2803
500	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
500	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.8029	0.2763
550	37	0.06474	0.07214	0.06648	0.07413	8.3210	0.2715
600	37	0.05932	0.06624	0.06126	0.06804	8.6868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05686	0.06333	9.0526	0.2651
700	61	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.4488	0.2619
700	37	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.3878	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7231	0.2597
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0194	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0279	0.2574
850	37	0.04188	0.04668	0.04456	0.04967	10.3632	0.2550
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7290	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.6375	0.2530
1000	61	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.3031	0.2484
1000	37	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03226	0.03596	12.6187	0.2401
1500	61	0.02439	0.02719	0.02786	0.03106	13.8379	0.2332
1750	91	0.02091	0.02331	0.02478	0.02762	14.9962	0.2271
2000	91	0.01830	0.02039	0.02256	0.02515	16.0325	0.2220

\* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.5% IACS incrementados en un 2% por cableado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura

§ La reactancia inductiva fué calculada para una distancia equivalente a 305 milímetros.

TABLA I  
CABLES DE ALUMINIO (AAC)

14

Código Mundial	Calibre			Cableado	Diámetro Total mm.	Tensión de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km.	Peso Kg./Km	Amperes *
	AWG — CM	mm <sup>2</sup>	Equiv. en Cobre	Numero de Alambres y Diámetro					
Peachbell	6	13.287	8	7 x 1.554	4.673	252	2 2211	36.4	100
Rose	4	21.156	6	7 x 1.960	5.892	397	1 3949	58.0	140
Iris	2	33.604	4	7 x 2.473	7.416	606	0.87823	92.2	180
Pansy	1	42.376	3	7 x 2.776	8.331	737	0.69653	116.2	200
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9.347	894	0.55193	146.6	230
Aster	2/0	67.402	1	7 x 3.502	10.515	1125	0.43786	184.8	270
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11.785	1363	0.34716	233.1	300
Oxlip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13.258	1719	0.27532	293.9	340
Sneezewort	250.000	126.678	157.200	7 x 4.800	14.401	2032	0.23298	347.3	450
Valerian	250.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14.579	2045	0.23298	347.3	450
Daisy	266.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14.884	2165	0.21841	370.5	460
Lauret	266.800	135.127	3/0	19 x 3.009	15.062	2177	0.21841	370.5	460
Peony	300.000	151.962	188.700	19 x 3.192	15.976	2404	0.19420	416.7	490
Tulip	336.000	170.409	4/0	19 x 3.380	16.916	2694	0.17319	467.3	530
Daffodil	350.000	177.310	220.000	19 x 3.446	17.246	2803	0.16644	486.3	545
Canna	397.500	201.369	250.000	19 x 3.675	18.389	3120	0.14656	551.3	590
Goldentuft	450.000	227.943	283.000	19 x 3.909	19.558	3460	0.12947	625.1	640
Cosmos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.023	20.142	3669	0.12214	662.7	670
Ysringa	477.000	241.617	300.000	37 x 2.882	20.193	3900	0.12214	662.7	670
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20.599	3846	0.11651	694.7	690
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.951	20.650	4086	0.11651	694.7	690
Dahlia	556.500	281.929	350.000	19 x 4.345	21.742	4282	0.10468	773.1	730
Mistletoe	556.500	281.929	350.000	37 x 3.114	21.793	4458	0.10468	773.1	730
Meadowsweet	600.000	303.924	377.000	37 x 3.233	22.631	4808	0.09710	833.5	750
Orchid	636.000	322.177	400.000	37 x 3.329	23.317	5098	0.09160	883.5	780
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23.571	5211	0.08962	903.0	800
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24.460	5611	0.08322	972.5	830
Flag	700.000	354.621	440.000	61 x 2.720	24.485	5833	0.08322	972.5	830
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.533	24.739	5733	0.08141	994	840
Nasturtium	715.500	362.490	450.000	61 x 2.750	24.765	5964	0.08141	994	840
Petunia	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25.323	5892	0.07768	1042	870
Cattail	750.000	379.905	472.000	61 x 2.816	25.349	6128	0.07768	1042	870
Arbutus	795.000	402.738	500.000	37 x 3.723	26.060	6246	0.07328	1104	900
Lilac	795.000	402.738	500.000	61 x 2.900	26.111	6500	0.07328	1104	900
Cockscomb	900.000	455.950	566.000	37 x 3.962	27.736	6926	0.06472	1250	970
Snapdragon	900.000	455.950	566.000	61 x 3.086	27.787	7212	0.06472	1250	970
Magnolia	954.000	483.298	600.000	37 x 4.079	28.549	7339	0.06106	1325	1010
Goldenrod	954.000	483.298	600.000	61 x 3.177	28.600	7647	0.06106	1325	1010
Hawweed	1'000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29.235	7693	0.05825	1389	1040
Camellia	1'000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29.260	8051	0.05825	1389	1040
Bluebell	1'033.500	523.546	650.000	37 x 4.246	29.718	7951	0.05637	1435	1060
Larkspur	1'033.500	523.546	650.000	61 x 3.307	29.768	8282	0.05637	1435	1060
Marigold	1'113.000	563.794	700.000	61 x 3.431	30.886	8917	0.05234	1546	1100
Hawthorn	1'192.500	604.107	750.000	61 x 3.550	31.953	9525	0.04885	1656	1160
Narcissus	1'272.000	644.355	800.000	61 x 3.667	33.020	9979	0.04580	1765	1200
Columbine	1'351.500	684.990	850.000	61 x 3.782	34.036	10614	0.04308	1878	1250
Carnation	1'431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35.026	11022	0.04070	1987	1300
Gladiolus	1'510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35.991	11612	0.03857	2098	1340
Coreopsis	1'590.000	805.605	1'000.000	61 x 4.102	36.931	12247	0.03663	2209	1380
Jessamine	1'750.000	886.230	1'101.000	61 x 4.302	38.735	13471	0.03330	2431	1550
Cowslip	2'000.000	1'012.650	1'260.000	91 x 3.764	41.402	15694	0.02914	2776	1550
Sagebrush	2'250.000	1'139.070	1'415.000	91 x 3.992	43.916	17282	0.02590	3156	1650
Lupine	2'500.000	1'265.490	1'570.000	91 x 4.208	46.304	19232	0.02332	3504	1770
Bitterroot	2'750.000	1'391.910	1'730.000	91 x 4.414	48.564	21137	0.02120	3858	1900
Trillium	3'000.000	1'515.750	1'890.000	127 x 3.903	50.698	23042	0.01947	4198	1970
Bluebonnet	3'500.000	1'773.105	2'200.000	127 x 4.216	54.813	26943	0.01664	4958	2050

\* Las capacidades de los cables están calculados para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/seg. en dirección perpendicular al eje del cable.

## 3.6.3 pruebas a cable terminado

En cables terminados se efectúan dos tipos de pruebas: Pruebas de Aceptación y Pruebas de Calificación.

### a.— PRUEBAS DE ACEPTACION

**Prueba de Tensión.**— Se emplean tensiones de prueba en corriente alterna (5 min.) y en corriente directa (15 min.), cuyos valores se dan más adelante.

**Resistencia de Aislamiento.**— Deberán tener una resistencia de aislamiento a 15.6°C no menor de la que resulte de calcularla con una constante  $K = 6100$  (en Meghom-Km).

**Descargas Parciales.**— La descarga parcial máxima en picocoulombs (pC) no debe exceder los valores dados por la ecuación:

$$pC = 5 + \left( \frac{V_T}{V_{RG}} - 1.5 \right) \times 30$$

donde:

$V_T$  = tensión de prueba.

$V_{RG}$  = tensión nominal de fase a tierra.

La fórmula es aplicable cuando la cantidad entre paréntesis no es menor que cero.

#### PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES

RELACION $V_T/V_{RG}$		1.5	2.0	2.5	3.0
TENSION NOM. DEL CABLE EN KV	TENSION A TIERRA ( $V_{RG}$ ) EN KV	PRUEBA DE TENSION ( $V_T$ ) EN KV CORRESPONDIENTE A $V_T/V_{RG}$			
5	2.9	4.3	5.8	7.2	8.6
8	4.6	6.9	9.2	11.5	13.8
15	8.7	13.0	17.3	21.6	26.0
25	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2*
28	16.2	24.2	32.3	40.4	48.4*
35	20.2	30.3	40.4	50.5	60.6*
46	26.5	39.8	53.1	66.3	•
69	40.0	60	80	•	—
Descarga máxima permisible en pico coulombs		5	20	35	50

Los cables deben probarse en las tensiones correspondientes a las cuatro relaciones de tensión  $V_T/V_{RG}$ .

\*La tensión de prueba  $V_T$  no debe exceder de la tensión de prueba en corriente alterna especificada para los diferentes espesores de aislamiento.

**Adherencia entre el Aislamiento y la Pantalla Semiconductora Extruída sobre el Aislamiento.**— La fuerza necesaria para retirar la capa semiconductora del aislamiento debe estar dentro de los límites indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO	CABLES DE 5 A 35 KV		CABLES DE 46 A 69 KV
	TENSION EN Kgf		TENSION EN Kgf
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Termoplástica	1.8	9.1	5.5
Termofija	1.8	12.7	5.5

**Estabilidad Estructural.**— Debe hacerse sobre muestras de cable con tensiones nominales de 15KV y mayores.

**Estabilidad Dimensional.**— La proyección axial del conductor fuera del aislamiento no debe exceder de 4.1 mm. en ninguno de los extremos para cables de 5 a 35KV. Los valores medidos en cables de 46 a 69 KV se registran como información únicamente.

**Cavidades y Contaminantes en el Aislamiento e Irregularidades en la Pantalla sobre el Conductor.**— Las muestras cortadas en rodajas no deben tener los siguientes defectos:

— Cavidades mayores de 0.125 mm. El número de cavidades de 0.05 mm y mayores no debe exceder de 2 por  $cm^3$ .

— Cualquier contaminante mayor de 0.25 mm. El número de contaminante no debe exceder de 11 por  $cm^3$ .

— Cualquier material translúcido que sea mayor de 1.25 mm en su proyección sobre un vector radial.

— Cualquier proyección o irregularidad que salga más de 0.25 mm de la superficie de la pantalla extruída sobre el conductor.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.4, 1971.

## b.— PRUEBAS DE CALIFICACION

Estas se efectúan para comprobar que el fabricante es capaz de proporcionar cables con la totalidad de características de funcionamiento deseadas.

Las pruebas de cables de 5 a 15 KV se efectúan en cables de 15 KV con espesor de aislamiento de 4.4 a 5.6 mm.

Las pruebas de cables de 5 a 35 KV se efectúan en cables de 35 KV con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla No. 3.6.4 b (Espesor de aislamiento, tensiones de prueba y calibres de conductor).

Para pruebas de 46 KV se prueba una muestra con espesor de aislamiento de 11.3 ó 14.7 mm.

## PRUEBA DE ALTA TENSION LARGA DURACION

Esta se realiza en muestras de cables de 15 KV y mayores.

Para cumplir los requisitos mínimos de calificación, la muestra del cable debe soportar 4 horas a 8 KV/mm y la primera hora a 12 KV/mm.

## PRUEBA DE TENSION DE IMPULSO A LA RUPTURA

Para efectos de esta especificación, los valores de tensión de NBA, o valores de impulso que deben soportar los cables son los siguientes:

TENSION NOMINAL DEL CABLE KV	TENSION NBA KV
5	60
8	95
15	110
25	150
28	150
35	200
46	250
69	350

## PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO CICLICO

Esta prueba se efectúa a muestras de cables para 15 KV y mayores, al final del primer día y en cada período de 7 días se miden y registran las descargas parciales en picocoulombs a la temperatura de prueba especificada; asimismo, se registra el factor de disipación a la tensión nominal a tierra.

## PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA RESISTENCIA DE LAS PANTALLAS SEMI-CONDUCTORAS EXTRUIDAS

Pantalla sobre el conductor: La estabilidad de la resistencia no debe exceder de 100,000 ohms-cm en ninguna lectura.

Pantalla-cubierta sobre el aislamiento: La resistividad de las pantallas o cubiertas semi-conductoras sobre el aislamiento no debe exceder de 50,000 ohms-cm en ninguna lectura.

## c.— PRUEBAS EN EL CAMPO

— En cualquier momento durante la instalación se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 75% de lo indicado en la Tabla 3.6.4.b, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

— Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 80% del indicado en la misma tabla, aplicado directamente durante 15 minutos consecutivos.

— Después de que el cable ha sido puesto en operación normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 65% del indicado en la misma tabla, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.— 4.1971.

### 3.0. USO Y APLICACION DE CONDUCTORES (TENSION HASTA 600 V)

Todas las instalaciones eléctricas de la República Mexicana deben cumplir con los requisitos mínimos que marcan las "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" (NTIE 81), editadas por la SCOFI a través de la Dirección General de Normas.

La Sección 302 de dichas normas, referente a los conductores eléctricos, se reproduce en las siguientes páginas.

Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3. En edificios se utilizan principalmente los tipos TW (60°C), THW y THWN (75°C)

La capacidad de corriente de los conductores de cobre aislado, para una temperatura ambiente de 30°C, se muestran en la Tabla 302.4.

Los factores de corrección por agrupamiento de conductores y por temperatura ambiente se muestran en las Tablas 302.4a y 302.4b, respectivamente.

## SECCION 302 – CONDUCTORES DE USO GENERAL

### 302.1 Aplicación.

Esta sección trata de los conductores de mayor uso en instalaciones de utilización; sus requisitos se refieren principalmente a conductores aislados y establecen, en general, la forma en que éstos se designan, su capacidad de corriente, sus modos de uso y la forma en que deben estar marcados.

Estos requisitos no se aplican a los conductores que formen parte integrante de equipos tales como motores, arrancadores de motores y equipos similares.

### 302.2 Uso de conductores desnudos.

En instalaciones de utilización, pueden usarse conductores desnudos en los siguientes casos:

- a) Para conductor de puesta a tierra, dentro de la misma canalización de los conductores aislados del circuito o bien llevando en forma independiente, como se indica en la Sección 206.
- b) En líneas aéreas, en el exterior de edificios.

### 302.3 Uso de conductores aislados.

Los conductores que se empleen en instalaciones de utilización deben estar aislados, de acuerdo con su tensión de servicio y condiciones de operación, excepto en los casos que se mencionan en el artículo 302.2 anterior.

La Tabla 302.3 muestra los tipos de conductores aislados más comunes, para tensiones hasta de 600 volts, y las características de su aislamiento. Estos conductores deben usarse de manera que no sobrepasen la temperatura máxima de operación indicada en la misma Tabla 302.3 para el tipo de aislamiento de que se trate.

### 302.4 Capacidad de corriente en conductores aislados.

La Tabla 302.4 indica los valores de capacidad de corriente para conductores de cobre aislados, de acuerdo con el tipo de aislamiento y la forma de instalación. Los valores de esta tabla deben corregirse, como se indica a continuación, por un mayor agrupamiento de los conductores o por un aumento en la temperatura ambiente.

- a) Factores de corrección por agrupamiento. La Tabla 302.4 a) muestra los factores de corrección que deben aplicarse cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3.
- b) Factores de corrección por temperatura ambiente. La Tabla 302.4 b) muestra los factores de corrección que deben aplicarse para condiciones de temperatura ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) de 31°C o mayor.

### 302.5 Aplicaciones de conductores aislados

- a) Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3
- b) Locales o lugares mojados. Los conductores aislados que se usen en locales o lugares mojados o donde haya condensación o acumulación de humedad dentro de las canalizaciones, deben tener aislamiento resistente a la humedad o bien una cubierta exterior de tipo aprobado para estas condiciones de trabajo.

Dichos conductores no son adecuados para enterrarse directamente, a menos que se trate de un tipo específicamente aprobado para este uso.

- c) Conductores subterráneos. Los conductores que se instalen enterrados directamente o en canalizaciones subterráneas, deben ser del tipo adecuado y aprobados para tal uso. Cuando sea necesario, deben protegerse contra



Resistencia del conductor = oposición al paso de la corriente

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$\rho$  = resistividad del material = 17.24  $\frac{\text{ohm-mm}^2}{\text{Km}}$

a 20°C para el  
 cobre  
 = 28.26 para el  
 aluminio

$$R_{CD}^{T^\circ C} = R_{CD}^{20^\circ C} [1 + \alpha (T - 20)]$$

$\alpha = 0.004$  para cobre y aluminio

T = Temp. en °C

$k_1$  = Factor de efecto piel

$k_2$  = Factor de efecto superficial

$k_1 \cdot k_2 \approx 1.02$  a 1.04

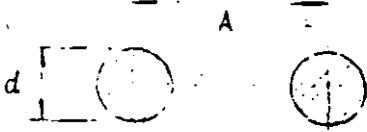
$$R_{CA} = R_{CD} \cdot k_1 \cdot k_2$$

INDUCTANCIA

Cuando en un conductor circula una corriente variable se crea un flujo magnético variable

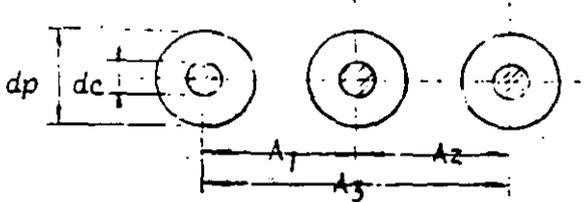
$$L = \frac{\Phi}{I}$$

La inductancia de un cable es la suma de la inductancia propia o interna más la mutua



$$L = 0.05 + 0.46 \ln \frac{2A}{d} \quad \text{mH/Km}$$

(int) (ext)



$$\left\{ \begin{array}{l} L_{\text{cond}} = 0.05 + 0.46 \log \frac{2A}{d} ; A = \sqrt[3]{A_1 A_2 A_3} \\ L_{\text{pant}} = 0.46 \log \frac{2A}{dp} \end{array} \right.$$

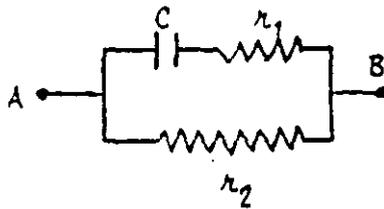
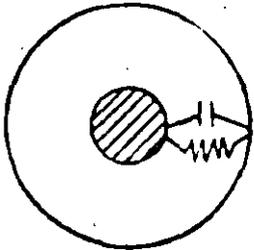
Reactancia inductiva

oposición al paso de la corriente por el flujo magnético cambiante

$$X_L = 2\pi f \cdot L \quad \text{ohm/Km} \quad \text{si } L \text{ en mH/Km}$$

f = frecuencia en ciclos/seg.

Representación gráfica del dieléctrico de un cable



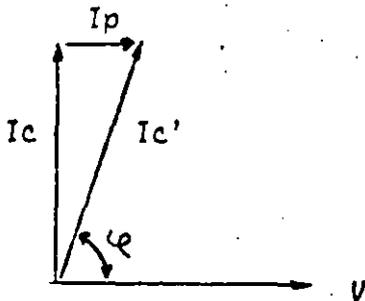
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo

La primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico

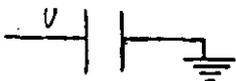
La segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

En un dieléctrico perfecto:  $r_1 = 0$   $r_2 = \infty$

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



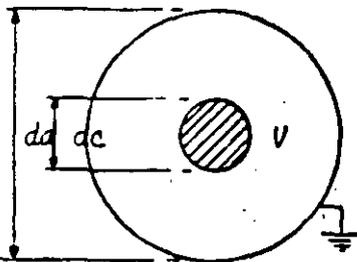
Capacitancia



Almacenamiento de energía eléctrica de dos electrodos entre los cuales se intercala un dieléctrico, cuando hay diferencia de potencial entre los electrodos

$$C = \frac{0.024 \epsilon}{\log \frac{da}{dc}}$$

- $\epsilon$  = constante dieléctrica
- = relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico



$\epsilon = 3.6$  para papel       $2.3$  para polietileno  
 $6.0$  para PVC



Efecto de la capacitancia

Es el de provocar una corriente capacitiva a través del dieléctrico que resulta con un adelanto de 90°C con respecto a la tensión aplicada y que vale:

Ic = 2π f C V · 10<sup>-6</sup> amp/Km

V en volts (voltaje entre cond y tierra)
C en μF/Km

Factor de potencia del aislamiento

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida Ip que sumada a la corriente capacitiva real Ic que resulta adelantada con respecto a V un ángulo φ menor de 90°

Cos φ = cot φ se llama "Factor de Potencia"

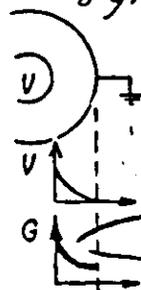
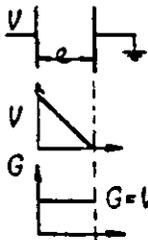
- = 0.01 en aislam. de papel
= 0.0005 en polietileno
= 0.08 en PVC

Resistencia del aislamiento

R de A = K log da/dc MΩ-Km

K = constante que depende del aislamiento = { 1500 papel, 6000 poliet, 300 PVC

Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento



V = voltaje entre cond y tierra
dc = Diámetro cond (mm)
da = Diámetro aislam (mm)

Gmax = 0.87 V / (dc log da/dc)

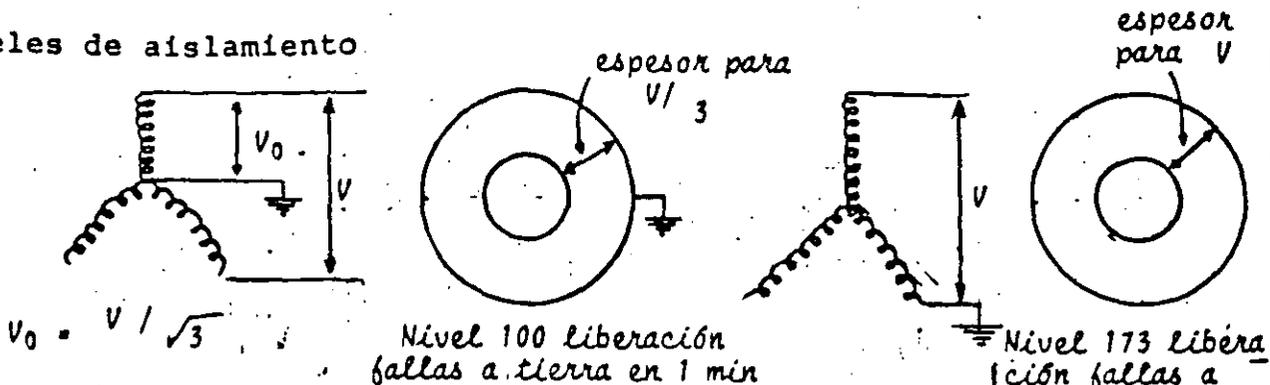
Gmin = 0.87 V / (da log da/dc)

Rigidez dieléctrica

Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el doble del gradiente de prueba de los cables y de 4 a 5 veces mayor que el gradiente de operación normal, que es el que se usa para seleccionar el espesor de aislamiento usando las fórmulas anteriores.

- G de diseño = 4 Kv/mm en papel impregnado tipo sòldio
12 Kv/mm en papel impregnado tipo presión de aceite
3 Kv/mm en polietileno

Niveles de aislamiento



Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de

- Pérdidas en conductor o conductores.
- Pérdidas en el dieléctrico
- Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas

Intermedio nivel 133 lib fallas a tierra en 1 hora

Pérdidas en el conductor

Según la ley de Joule

$W_c = R_c I^2 \cdot 10^{-3}$  watts/m en cable unipolar  
 $= n R_c I^2$  watts/m en cable de n conductores

$R_c$  = Resistencia conductor en ohms/Km

$I$  = Corriente que transporta cada conductor, en amps

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$W_d = 2\pi f c (KV)^2 \cot \varphi \cdot 10^{-3}$  watts/m

- $c$  = capacitancia en  $\mu F/Km$
- $KV$  = kilovolts aplicados entre cond. y tierra
- $\cot \varphi$  = Factor de potencia del dieléctrico

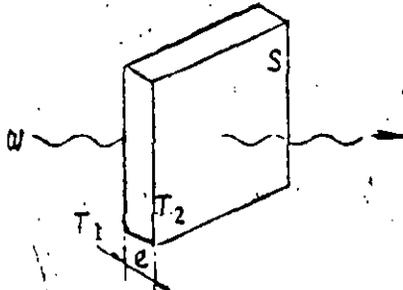
Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas (en cables unipolares que permitan circulación de corriente en pantallas)

Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de ésta, como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

$W_p = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3}$  W/m  
 $\Delta R = R_p \frac{(2\pi f L_p / R_p)^2}{1 + (2\pi f L_p / R_p)^2}$  ohm/Km



Ley de Ohm Térmica



$$\Delta T = W R_t$$

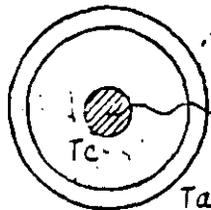
$\Delta T$  = caída de temp, °C

$W$  = cant. de calor, Watts

$R_t$  = resistencia térmica

$$= \rho_t \frac{e}{S} \frac{^\circ C}{W} m \text{ (ohm-term)}$$

Derivación de la fórmula básica para la corriente que puede llevar un cable



$$T_c - T_a = (R_c I^2) \sum R_t \therefore I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_c I^2 \sum R_t}} \text{ amps}$$

$W_c = R_c I^2$   
 (considerando sólo pérdidas en el conductor)

$\sum R_t$  = suma resistencias térmicas del dieléctrico cubierta medio externo

Fórmula general para calcular la corriente de un cable

(Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a - \Delta T_d}{n [R_c + R_{td} + (R_c + \Delta R) (R_{t_{cub}} + R_{t_{ext}})]}} \text{ amp}$$

$T_c$  = temp cond en °C

$n$  = número de cond

$T_a$  = temp ambiente en °C

$R_c$  = resist. cond en ohm/Km

$R_{td}, R_{t_{cub}}, R_{t_{ext}}$  = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en  $\frac{^\circ C}{W} m$

$$\Delta T_d = R_{td} (W_c + \frac{W_d}{2})$$

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior  $T_c$  es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

$T_c = 90$  °C para aislam de EP o XLP

= 75 °C para polietileno

= 85 °C para papel

(consultense las especificaciones de los cables)

FECHA:	SUSTITUYE A:	PERIODO:	REVISOR:	ANOSOS:	PAG: 7
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley			22
					*cmb



Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima previsible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C

Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dieléctrico:  $R_{td} = .0037 \rho_{td} \log \frac{d_a}{d_c}$

Cubierta:  $R_{t_{cub}} = .0037 \rho_{t_{cub}} \log \frac{d_{ext\ cub}}{d_{int\ cub}}$

Terreno:  $R_{t_{terr}} = .0037 \rho_{t_{terr}} \log \frac{4P}{d_{ext\ cable}}$

$\rho_{td} = \begin{cases} 400 \text{ para EP} \\ 400 \text{ para poliet} \\ 600 \text{ para papel} \\ 700 \text{ para PVC} \end{cases}$

$\rho_{t_{terr}} = \begin{cases} 110 \text{ para concreto} \\ 75 \text{ arena compacta húmeda} \\ 100 \text{ arena compacta seca} \\ 120 \text{ arena suelta húmeda} \\ 200 \text{ arena suelta seca} \end{cases}$

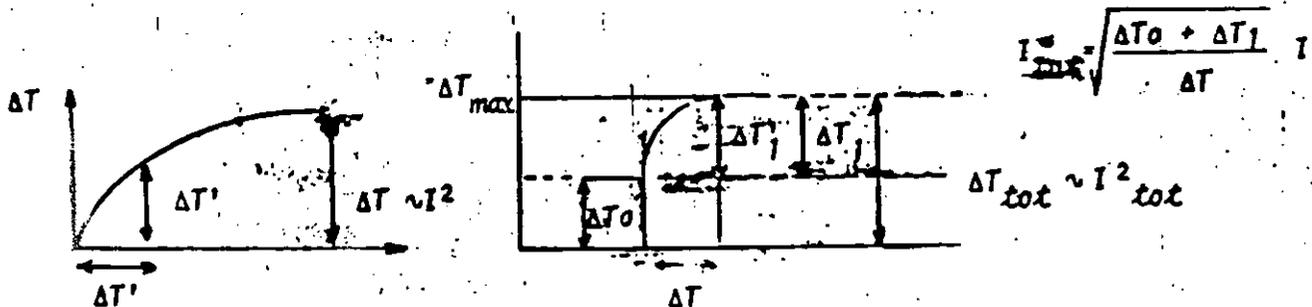
P = profundidad del cable bajo tierra

Factores que afectan la corriente que pueda llevar un cable

- 1) Presencia de otros cables.- Tiene el efecto de aumentar la temperatura del ambiente por el calor que generan
- 2) Factor de carga.- En cables subterráneos, si la carga es variable, el terreno no tiene tiempo de calentarse y puede admitirse corriente mayor

Sobrecargas

Considerar temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 130 °C



FECHA:	EMITIDA:	PROYECTO:	REVISOR:	OTROS:	8
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Hawley			22
					*cmb



**Corto circuitos**

Considerar que en el brevisimo tiempo del corto circuito el calor producido no tiene tiempo de dispersarse:

Calor producido = Calor absorbido

$$dq = w dt$$

$$dq = c V dt$$

↑  
 ↑ Volumen  
 ↑  
 ↑ Capacidad térmica

$$I_{cc} = \frac{330 S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{234.5 + T_2}{234.5 + T_1}}$$

- S = sección del cond mm<sup>2</sup>
- t = duración del cc en seg
- T<sub>2</sub> = Temp. max. del cond durante al cc (de 160 °C a 250 °C dependiendo del aislamiento)
- T<sub>1</sub> = Temp inicial del cond en °C



Principio Básico

La caída de tensión en una línea de cables depende del calibre de los conductores, de la separación entre los mismos, de la longitud de la línea y de la corriente conducida.

Ecuación Básica

$$\Delta V = k I (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

$\Delta V$  = caída de tensión en volts

$k$  = longitud de la línea en Kms

$k = \sqrt{3}$  en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

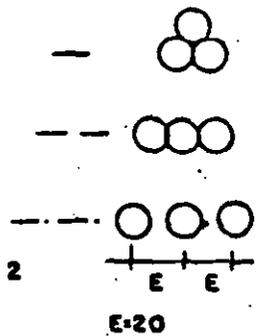
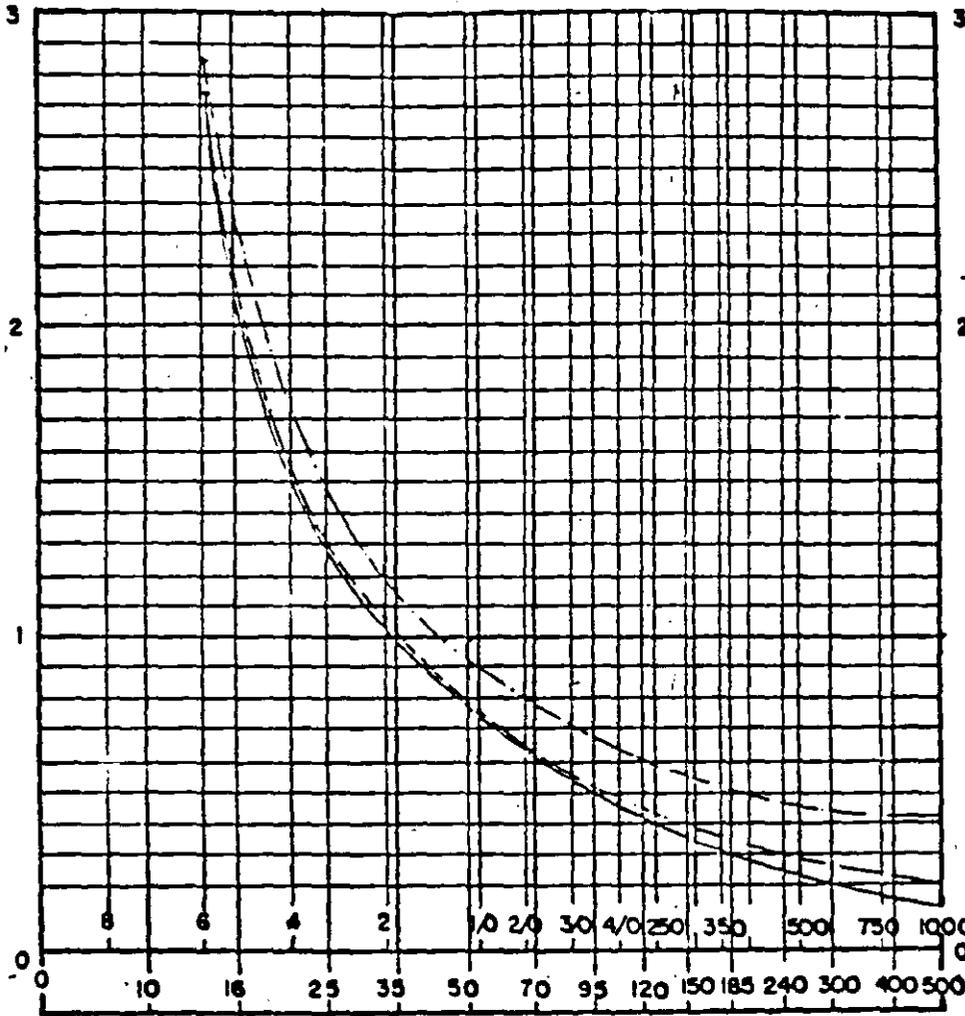
$I$  = corriente transmitida por conductor en amps.

$R$  = resistencia del conductor, en ohms/km

$\cos \phi$  y  $\sin \phi$  = factor de potencia y factor reactivo

$X_L$  = reactancia inductiva, en ohms/km,  $2\pi f l$

Caída de  
Voltaje  
Ohm/km



Condiciones supuestas en la gráfica

Sistema trifásico ( $N = \sqrt{3}$ ). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,16

Factor de potencia  $\cos \phi = 0,8$

Frecuencia = 60 cps

Temperatura de conductor = 75°C

CALIBRE O SECCION CONDUCTOR

Cómo usar la gráfica

Para obtener la caída de voltaje en volts, multiplíquese el valor tomado de la gráfica por la longitud de la línea en kms y la corriente por conductor en amps.

FECHA:  
FEBRERO  
1980

SUSTITUYE A:  
ABRIL  
1979

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG.: 10  
DE: 22  
'cmb



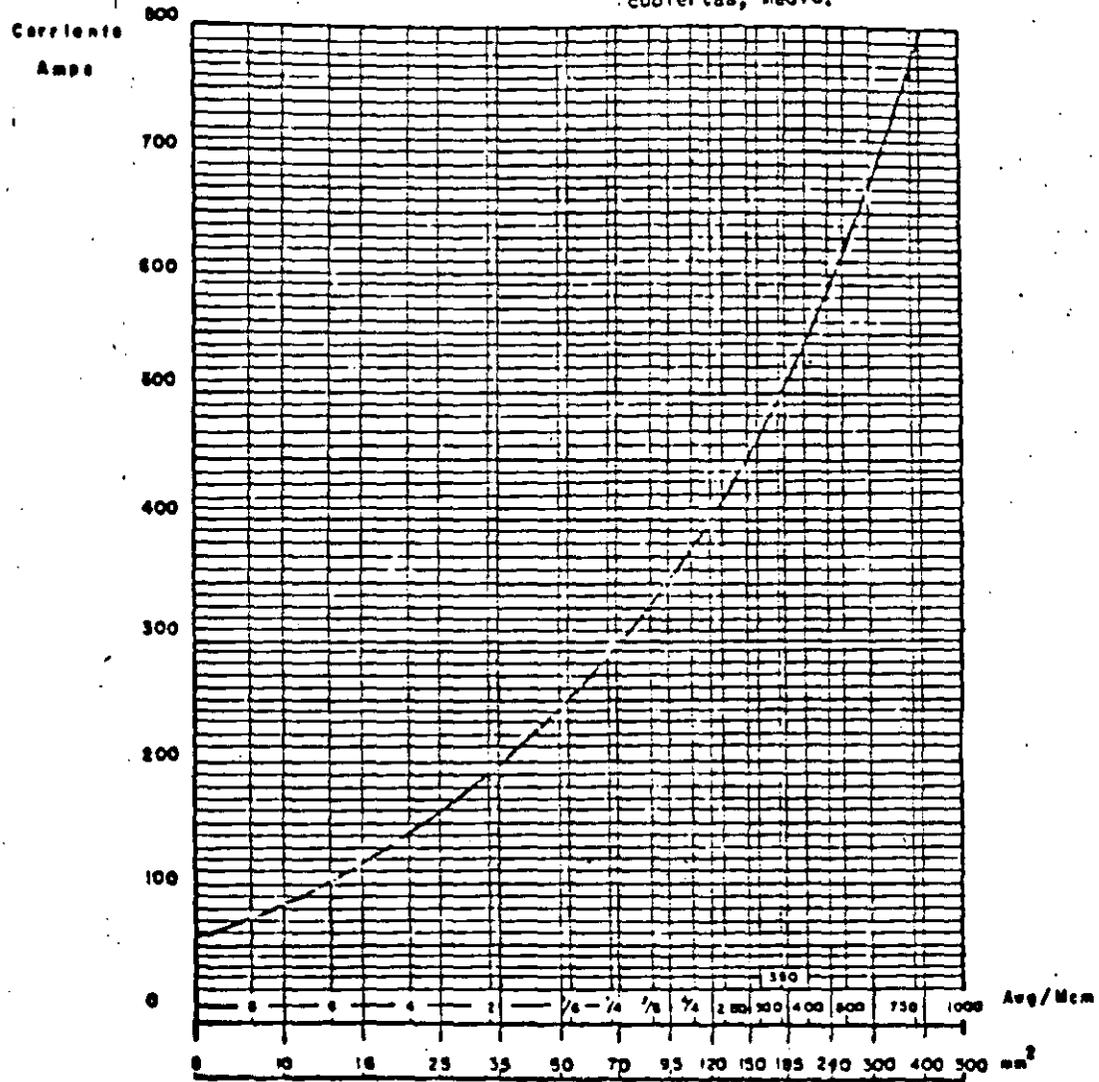
**Principios Básicos**

- a) El calor generado por efecto Joule en el conductor debe disiparse al exterior del cable venciendo las resistencias térmicas que presentan el aislamiento, la cubierta y el radio que rodea al cable.
- b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que puede llevar cada cable.
- c) En cables subterráneos el terreno no se calienta a la misma velocidad que el cable por lo que el cable puede admitir corrientes mayores si la carga es variable.

**Ecuación Básica (Derivada de la Ley de Onda Térmica)**

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_c + R_t}$$

$T_c$  = Temperatura del conductor       $R_c$  = Resistencia eléctrica del conductor  
 $T_a$  = Temperatura ambiente             $R_t$  = Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.



**Condiciones sugeridas en la gráfica**

- a) Temperaturas: En cables subterráneos  $T_c = 75^\circ\text{C}$   
 $T_a = 25^\circ\text{C}$   
 En cables aéreos  $T_c = 75^\circ\text{C}$   
 $T_a = 35^\circ\text{C}$   
 $T_c - T_a = 40^\circ\text{C}$
- b) Número de conductores: 1
- c) Factor de carga: 100%
- d) Instalación: Cables subterráneos: enterrados  
 Cables aéreos: a la sombra

**Calibre e sección**

**Factores de corrección para condiciones diversas**

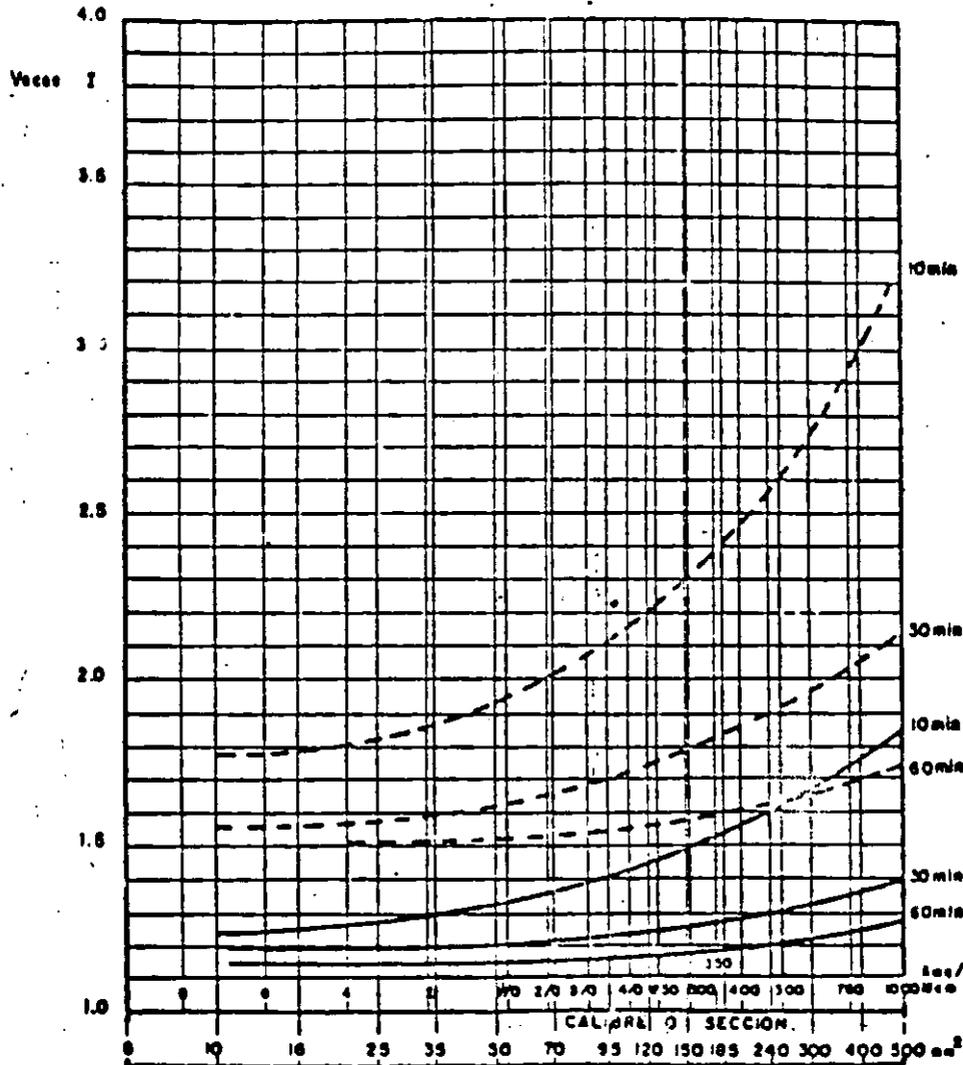
Factor	Calibre	Sección
1.10	SI	$T_c - T_a = 60^\circ\text{C}$
0.90		$T_c - T_a = 40^\circ\text{C}$
0.80		$T_c - T_a = 30^\circ\text{C}$
1.12	SI	$T_c - T_a = 50^\circ\text{C}$
0.87		$T_c - T_a = 30^\circ\text{C}$
0.70		$T_c - T_a = 20^\circ\text{C}$
0.85	SI	3 conductores en contacto
0.90	SI	3 cond. sep.
0.75		6 " "
0.75		9 " "
0.35	SI	en ductos
0.70	SI	al sol

FECHA: <b>FEBRERO 1980</b>	SUSTITUYE A: <b>ABRIL 1970</b>	PREPARO: <b>Ing. Francisco Hawley</b>	REVISO:	APROBO:	PAG: <u>11</u> DE: <u>22</u> cmh
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------------	---------	---------	----------------------------------------



Principios Básicos

- a) Existe un tiempo de transición entre el momento en que se aplica una corriente al conductor y el tiempo en que se establece el flujo térmico hacia el exterior del cable. Aprovechando este transitorio se puede sobrecargar el cable durante corto tiempo
- b) La corriente de sobrecarga depende de la temperatura máxima de sobrecarga que se fija para cada tipo de cable y será mayor mientras más frío se encuentre el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones suentas en la gráfica

- Cable caliente antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 75°C)
- - - - - Cable frío antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 35°C)

Cable aéreo (sobrecarga puede ser 20% mayor en el cable subterráneo)

Temperatura máxima de sobrecarga 90°C (aislamiento termoplástico)

ST T máx. = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.8 para cable caliente  
 1.2 para cable frío

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG.: 12 DE: 22 cmb
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	---------------------------



**CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO**

Principio Físico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se absorbe en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Ecuación Básica  
 $I_{cc} = \frac{330 S}{\sqrt{t}}$

$\sqrt{\text{Log} \frac{T_2 + 274.5}{T_1 + 274.5}}$

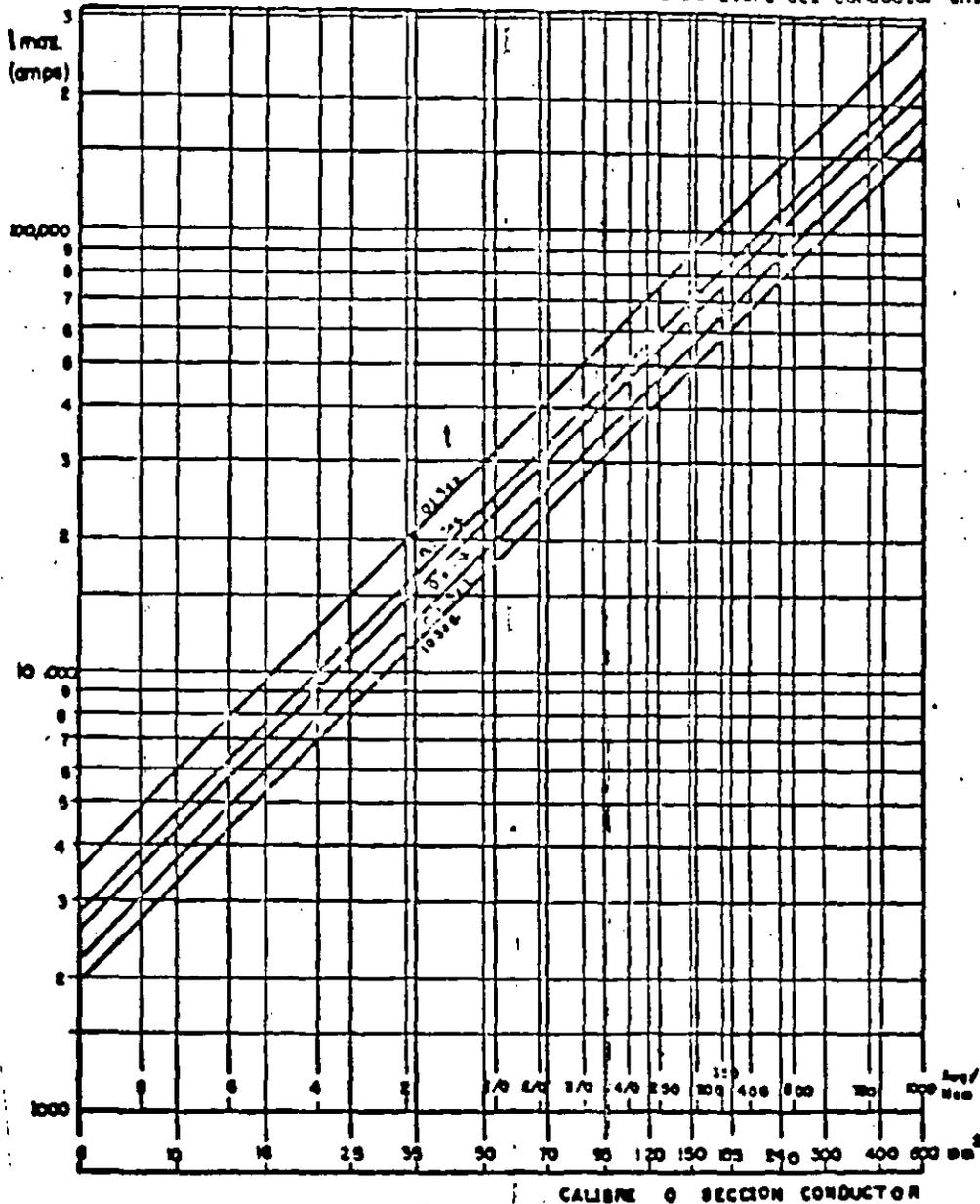
$I_{cc}$  = corriente efectiva del c.c. en amps.

$S$  = sección del conductor en mm<sup>2</sup>

$t$  = tiempo del c.c. en seg.

$T_2$  = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en °C

$T_1$  = temperatura del conductor antes del c.c.



Condiciones Supuestas en la Gráfica

$T_2 = 160^{\circ}\text{C}$

$T_1 = 85^{\circ}\text{C}$

FECHA:  
**FEBRERO  
 1980**

SUSTITUYE A:  
**ABRIL  
 1979**

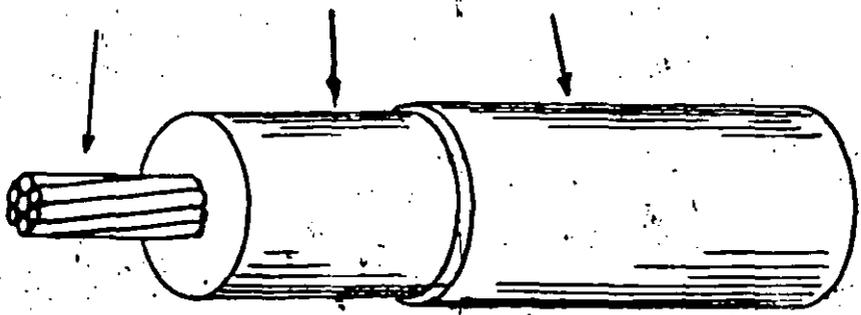
PREPARO:  
**Ing. Francisco Hawley**

REVISO:

APROBO:

PAG. 13  
 DE 22

Energia = Corriente x Voltaje x Tiempo



Conductor      Aislamiento      Cubierta

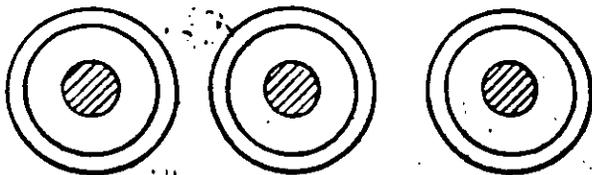
Elementos básicos de un cable unipolar

Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos

Cables unipolares

*Ventajas: ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas*

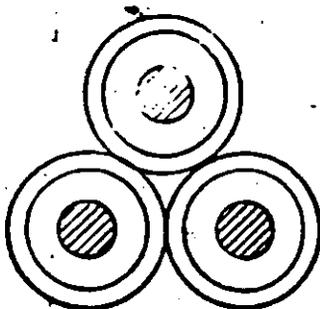
*Desventajas: campos electromagnéticos rodeando los cables interfieren con cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniforme de corrientes al usar varios cables en paralelo*



Cable triplex

*Ventajas: Más flexible que cable trifásico. Campo electromagnético balanceado, terminales sencillas*

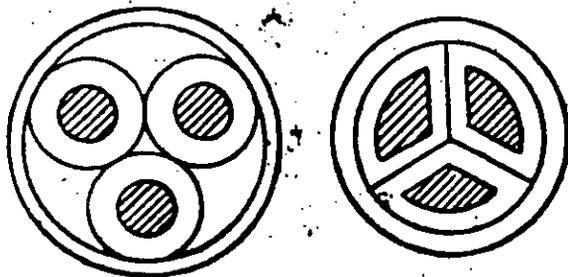
*Desventajas: Costo ligeramente superior a tres unipolares. Mayor diámetro total que un tripolar limita longitudes de embarque*



Cables tripolares

*Ventajas: Pueden usar armaduras de metales magnéticos. Campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales (der.) se reduce diámetro y precio*

*Desventajas: Peso. Terminales complicadas*



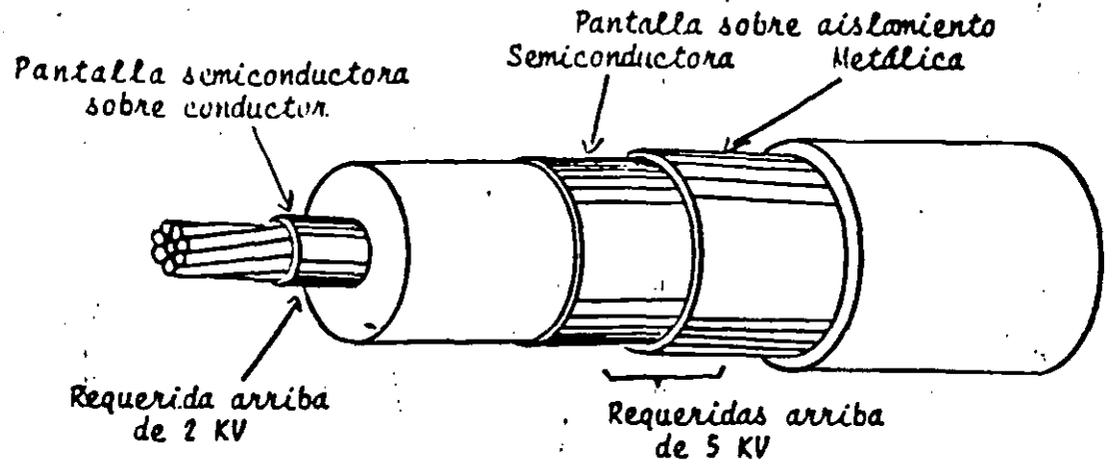


CONSUMEX, S.A.

APUNTES SOBRE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS CABLES DE ENERGIA

DIRECCION DIVISION POTENCIA 46

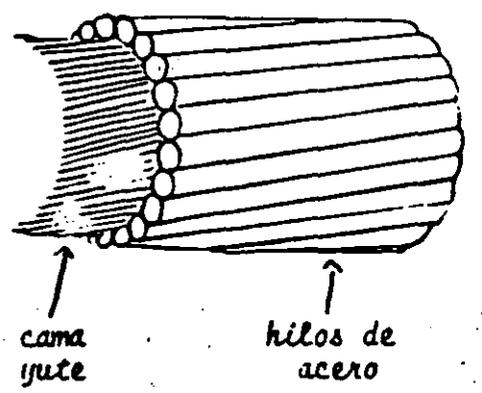
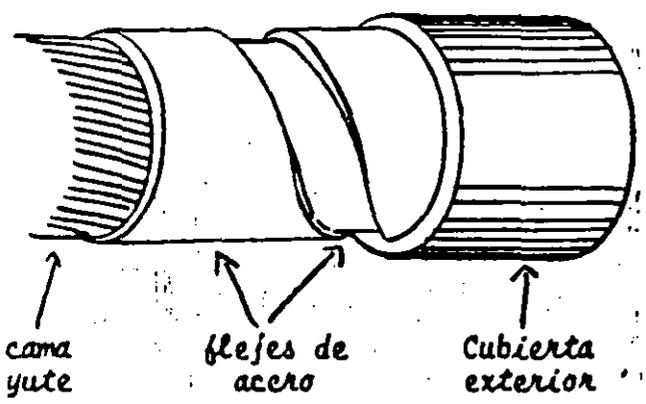
Elementos adicionales empleados para control del campo eléctrico



Armadura de protección empleadas en cables trifásicos

para protección mecánica

para protección mecánica y esfuerzo longitudinal



SUSTITUYE A: ABRIL 1979  
FECHA ELAB.: FEB. 1980

ELABORO: Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

AUTORIZO:  
Página Núm.: 16  
De: 22



Aspectos a considerar en la selección de conductores

- 1) Materiales:
  - Cobre 100% conductividad 2600 Kg/cm<sup>2</sup> tracción  
17.24 ohm·mm<sup>2</sup>/Km de resistividad  
Densidad 8.9 gr/cm<sup>3</sup>
  - Alum 61% conductividad 1100 Kg/cm<sup>2</sup> tracción  
28.26 resistividad 2.7 densidad
- 2) Flexibilidad:
  - Depende de número de hilos
  - Clase B cables energía normales
  - Clase C poco más flexibles
  - Clase G y H cables portátiles
  - Clase K y M cordones flexibles
- 3) Forma:
  - Redondo normal (33% espacios libres)
  - Redondo compacto (10% espacios libres)
  - Sectorial (triángulos)
- 4) Dimensiones:
  - Calibre se determina en función de capacidad de conducción de corriente y en función de caída de tensión

Aspectos a considerar en la selección de aislamientos:

- 1) Confiabilidad:
  - El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha experiencia
- 2) Propiedades térmicas:
  - Los aislamientos elastoméricos (XLP o EP) trabajan a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen especificarse para temperaturas del orden de 75°C
- 3) Flexibilidad:
  - Los cables de papel con forro de plomo y los cables aislados con XLP tienen menos flexibilidad que los aislados con EP
- 4) Propiedades mecánicas:
  - El XLP tiene mejor resistencia a la abrasión que el EP y en baja tensión puede usarse sin cubierta adicional



CONSUMEX, S.A.

APUNTES SOBRE ELEMENTOS  
CONSTRUCTIVOS DE LOS  
CABLES DE ENERGIA

DIRECCION  
DIVISION  
POTENCIA

48

Aspectos a considerar en la selección de cubiertas:

- 1) **Confiabilidad:** El tubo de plomo ofrece la máxima impermeabilidad y debe usarse cuando el aislamiento es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.
- 2) **Propiedades mecánicas** XLP y Hypalon gran resistencia a la abrasión, Neopreno bastante buena Plomo mala.
- 3) **Flexibilidad:** Hypalon y Neopreno excelentes
- 4) **Resistencia a la intemperie:** Plásticos y elastómeros solo buena en color negro, conteniendo negro de humo
- 5) **Resistente a agentes químicos:** Plomo excelente PVC y polietileno buena. Neopreno y Hypalon regular.
- 6) **Peso:** Polietileno es el más ligero. Plomo más pesado

Función de la pantalla semiconductora sobre el conductor

- 1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor

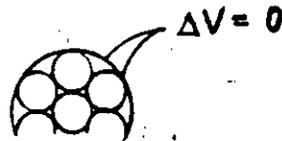
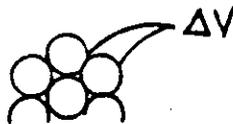
sin



con



- 2) Evita queden espacios vacíos ionizables junto al conductor



- 3) Reduce energía destructiva al transferir el electrodo de mayor esfuerzo eléctrico de un metal con alta función de trabajo a un metal con baja función de trabajo.
- 4) Amortigua corrientes de impulso que tienden a viajar por la superficie del conductor

SUSTITUYE A:

ELABORO:

REVISO:

APROBO:

AUTORIZO:

Página Núm.:

ARR11 1979

Ing. Fco.

Hawley

18

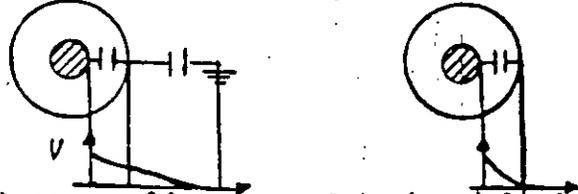
FECHA ELAB.:

FEB 1980

22

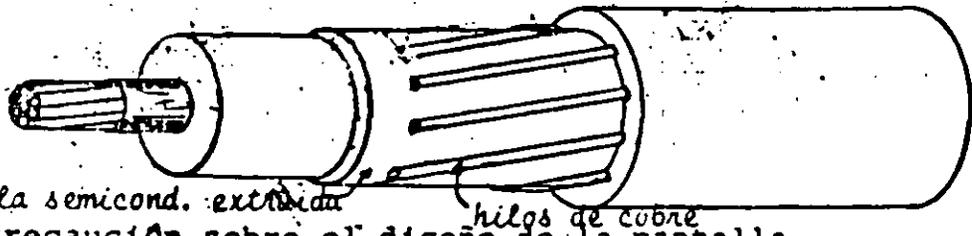
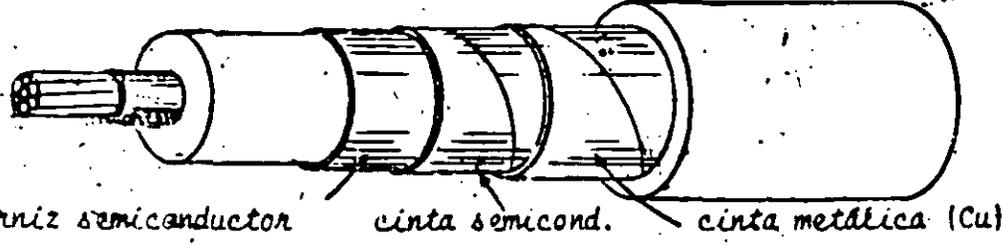
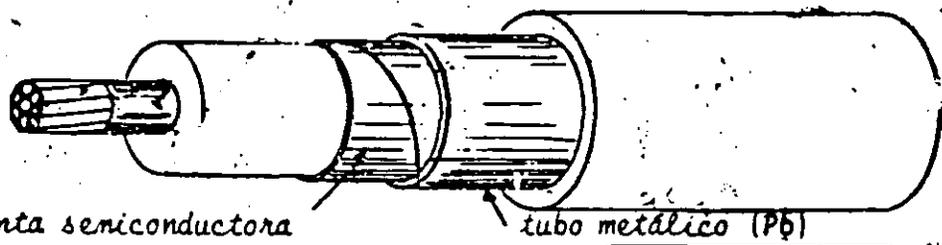
**Funciones de la pantalla sobre aislamiento**

1) Bajar voltaje superficial a cero (sólo si se conecta a tierra)



- 2) Confinar campo eléctrico a interior del aislamiento y hacer que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando es fuerzas tangenciales
- 3) Proporcionar trayectoria fija para escape de corriente de carga  
 $I_c = 2 \text{ } \mu\text{c}$
- 4) Proporcionar trayectoria para corriente de cc  $I_{cc} = \frac{3305}{L} \log \frac{234.5 + L_2}{234.5 + L_1}$

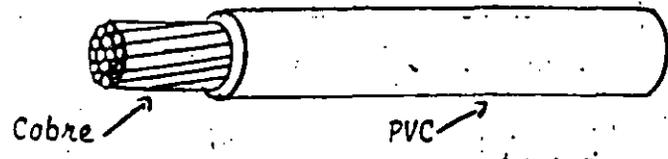
**Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento**



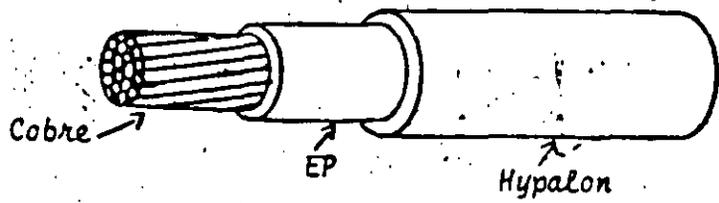
**Precaución sobre el diseño de la pantalla**

En cables unipolares la pantalla o cubierta metálica actúa como el secundario de un transformador. La corriente alterna que fluye por el conductor crea un campo magnético cambiante e induce una corriente en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Estando la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra  $E_0 = I \cdot 2 \int L \times 10^{-3} \text{ volts/Km}$ ; siendo  $L = 0.46 \log \frac{2A}{D} \text{ mH/Km}$   
 $I = \text{corriente cond amps}$ ,  $A = \text{dist media geom entre 3 conds del sistema trifásico}$

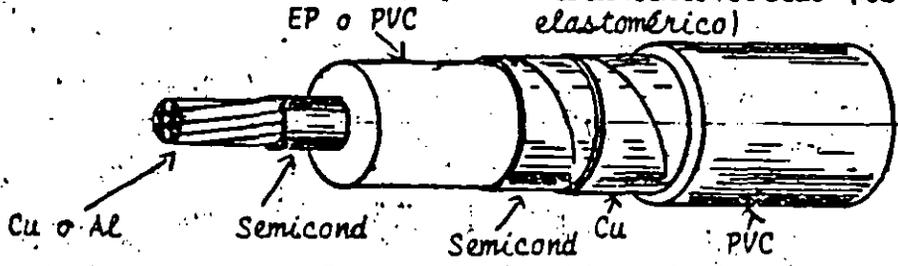
Construcciones específicas: 1) Cable de baja tensión con aislamiento termoplástico



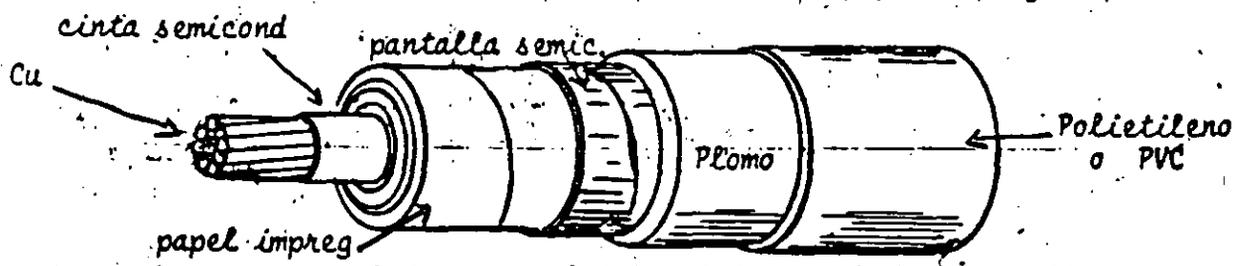
Construcciones específicas: 2) Cable de baja tensión con aislamiento elastomérico



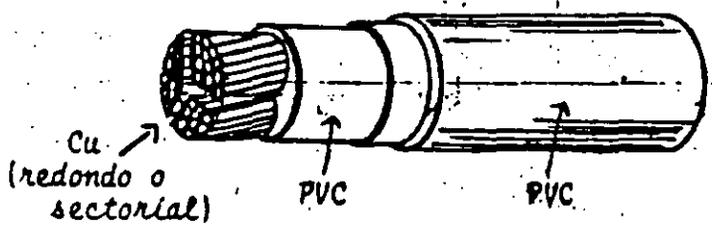
Construcciones específicas: 3) Cable unipolar de media tensión con aislamiento sólido (termoplástico o elastomérico)



Construcciones específicas: 4) Cable unipolar de media tensión con aislamiento de papel impregnado



Construcciones específicas: 5) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento termoplástico





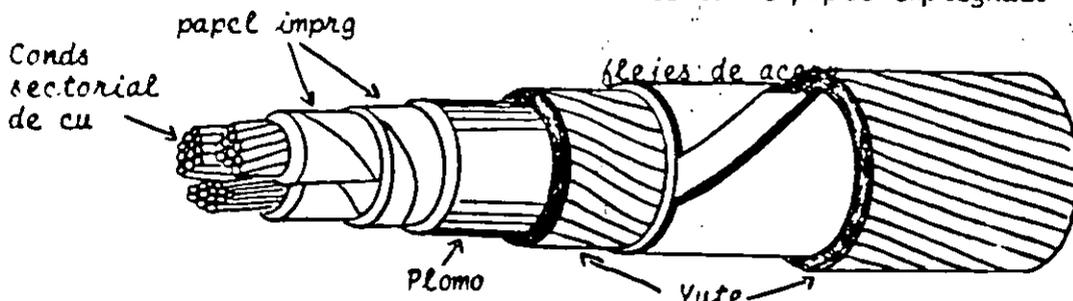
CONDUMEX, S.A.

APUNTES SOBRE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS CABLES DE ENERGIA

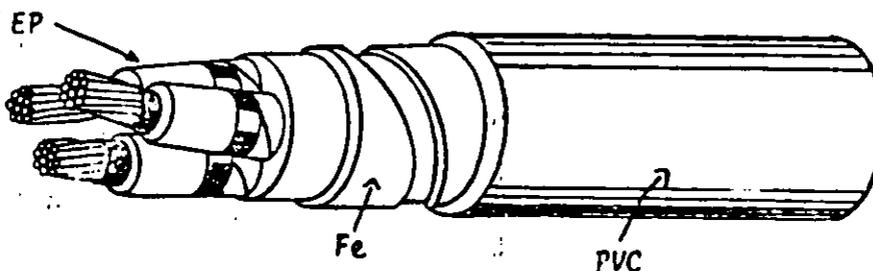
DIRECCION DIVISION POTENCIA

51

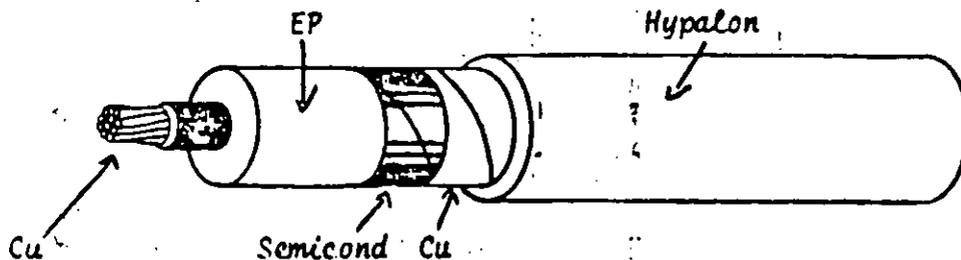
Construcciones específicas: 6) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento de papel impregnado (tipo armado)



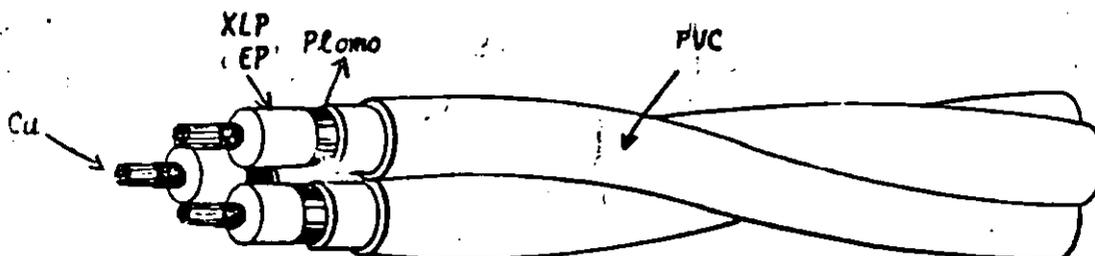
Construcciones específicas: 7) Cable tripolar de media tensión con aislamiento elastomérico (armado)



Construcciones específicas: 8) Cable unipolar de media tensión con aislamiento elastomérico para plantas generadoras



Construcciones específicas: 9) Cable triplex de media tensión para la industria petroquímica



SUSTITUYE A: ABRIL 1979  
FECHA ELAB.: FEB 1980

ELABORO: Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

AUTORIZO:

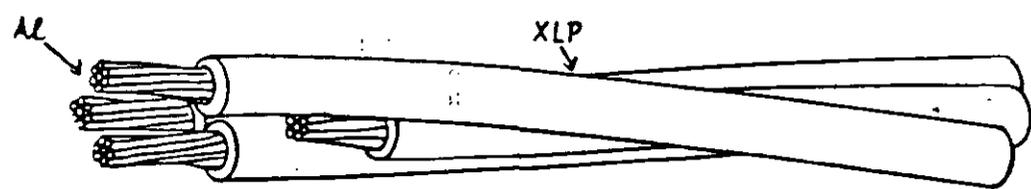
Página Núm.: 21  
De 22



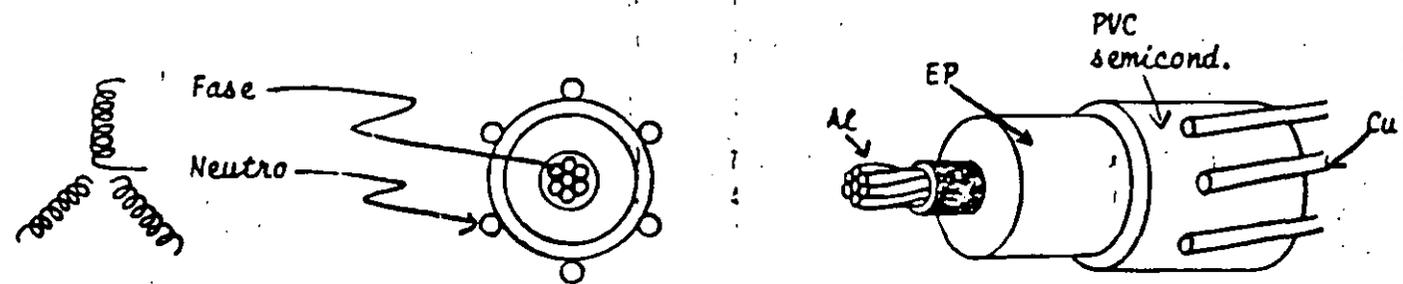
APUNTES SOBRE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS CABLES DE ENERGIA

DIRECCION DIVISION POTENCIA 59

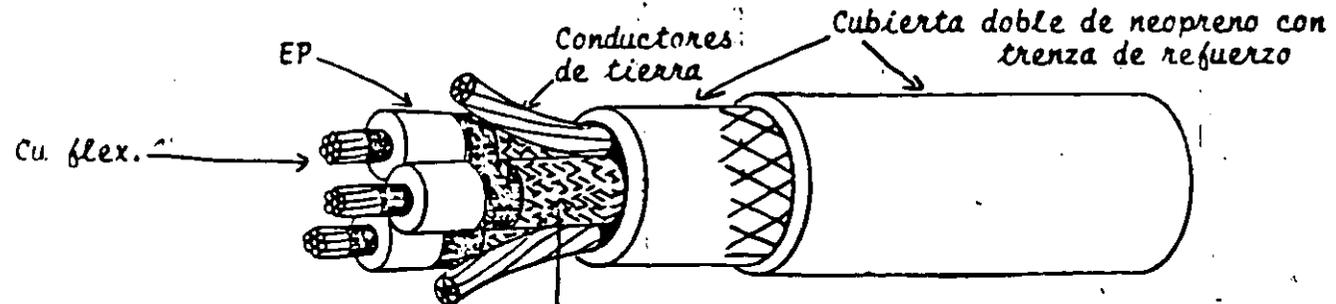
Construcciones específicas: 10) Cable de baja tensión para secundarios de redes subterráneas residenciales



Construcciones específicas: 11) Cable de media tensión para primarios de redes subterráneas residenciales

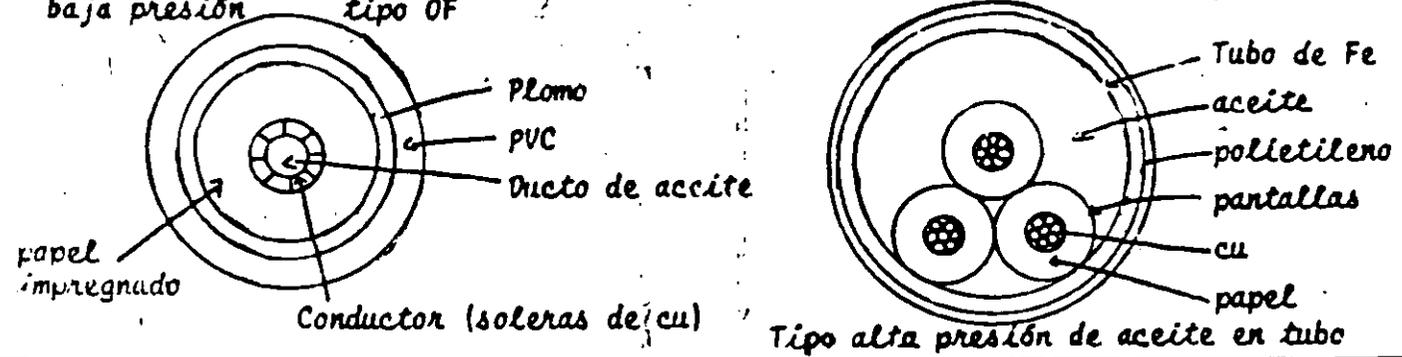


Construcciones específicas: 12) Cable tripolar de media tensión (flexible) para minas



Pantalla flex (hilos trenzados de cu)

Construcciones específicas: 13) Cables de alta tensión con aceite a presión Autocontenido con aceite a baja presión tipo OF



Conductor (soleras de cu)

Tipo alta presión de aceite en tubo

SUSTITUYE A: ABRIL 1979	ELABORO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	AUTORIZO:	Página Núm.: 22
FECHA ELAB.: FEB 1980					De: 22



CONDUMEX

MT-6/EN

53

$$R_i = K \log_{10} \left( \frac{D}{d} \right) \quad (1)$$

Donde:

$R_i$  = Resistencia de aislamiento en Megohms x Km

$K$  = Constante de resistencia de aislamiento  
(ver Tabla 1)

$\log_{10}$  = Logaritmo decimal

$D$  = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

$d$  = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

T A B L A 1

## CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Aislamiento	K (M x Km)
Papel impregnado	3,000 a 20°C
PVC Bajo voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alto voltaje (Sintenax)	750 a 20°C
Policetileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Policetileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (VC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

El valor de  $R_i$  deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

Enseguida se procede a probar el cable usando para ello un megger (manual ó con motor de preferencia, como se muestra en la figura 1). El borne positivo del aparato se conecta al conductor y el negativo a la pantalla ó cubierta metálica del cable, que también deberán estar conectados a tierra. Dado que

SUSTITUYE A:  
SEPTIEMBRE 1979

ELABORO:

REVISO:

AUTORIZO:

Fecha de Elaboración

Página Núm.

De 11

ING. ANTULIO BETANCOURT

FEBRERO 198

5

41



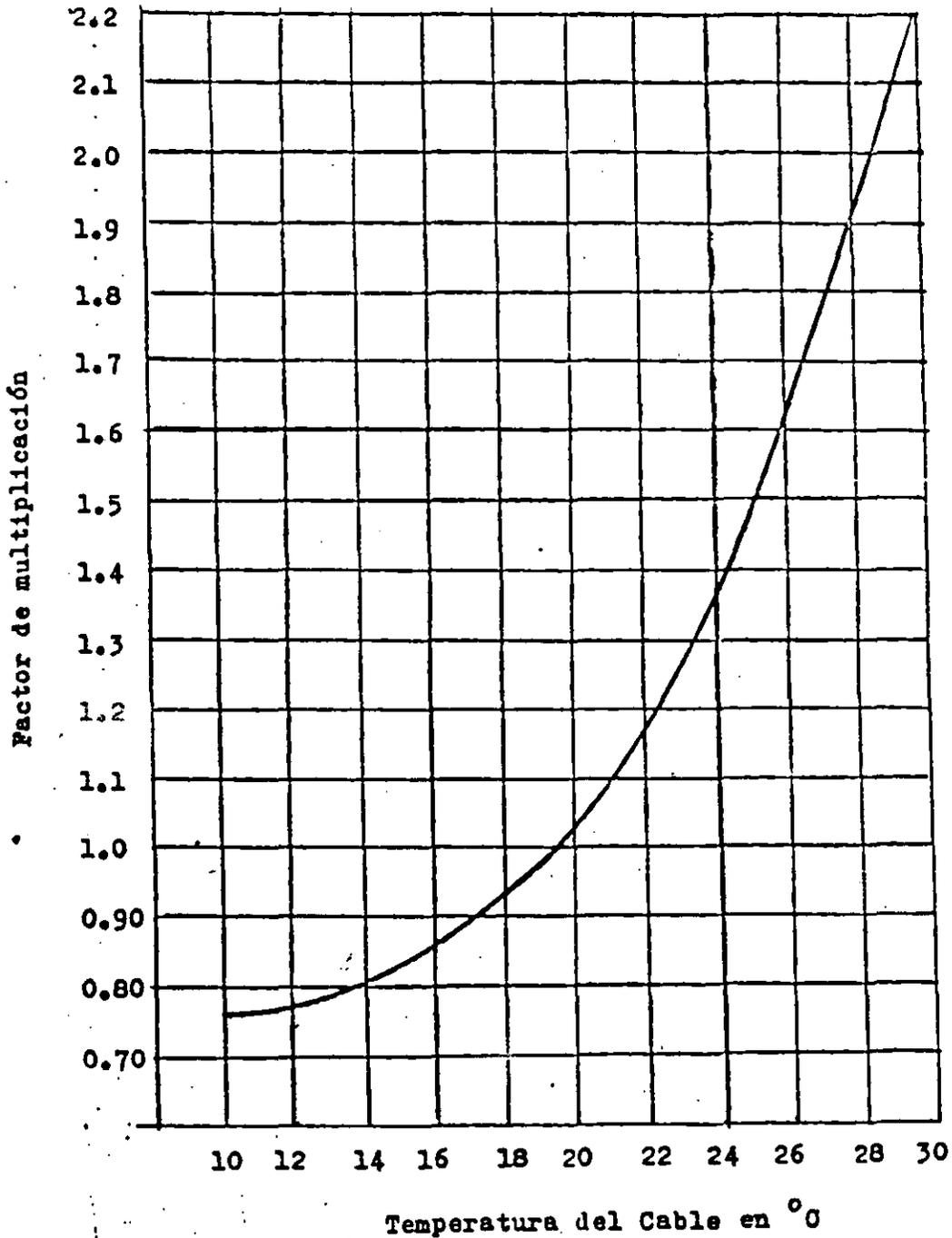
CONOURMAX

MT-6/EN

54

TABLA VIII

Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Sintenax



SUSTITUYE A:  
SEPTIEMBRE 1979

Página Núm.  
22

De:  
41

ELABORO:  
ING. ANTULIO BETANCOURT

REVISO:

AUTORIZO:

Fecha de Elaboración

FEBRERO 19



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**MEDIOS DE SOPORTE  
PROTECCION DE LOS CONDUCTORES**

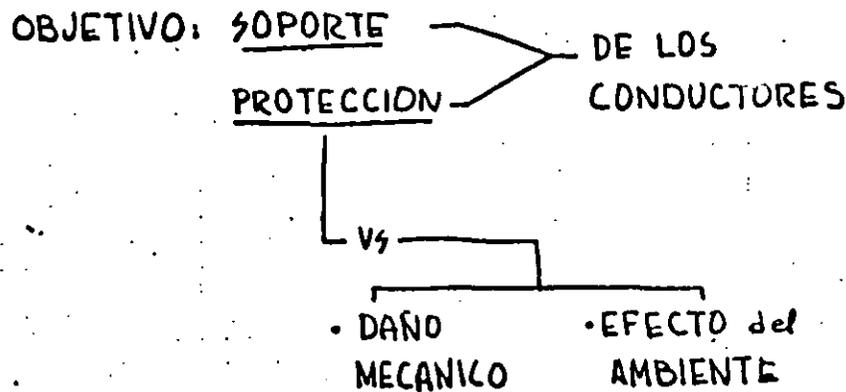
**ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO**

# MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION :- "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN" (NTIE-81-101)



# PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- UBICACION PROPIA (DE CONDUCTORES - NTIE-81-301-4)
- CUBIERTAS ADECUADAS

# PROTECCION vs EFECTOS DEL AMBIENTE

(NTIE-81-301-3)

- SI ES DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:
  - GALVANIZADO INTERIOR y EXTERIOR
  - PINTURA, BARNIZ, Rec. PLASTICO
    - ↳ SOLO INTERIORES

• DEBEN TENER PROTECCION

• "ADECUADA al MEDIO" :-

- EN {
- "CONDICIONES CORROSIVAS" →
  - COLADAS en CONCRETO
  - ENTERRADAS

LUGAR "HUMEDO" (101)  
(MODERADO GRADO DE HUMEDAD POR CONDENS. SOTANOS, GRANEROS.)

LUGAR "MOJADO" (101)  
(CONDICION EXTREMA DE HUMEDAD: INTEMPERIE, LAVADO, ENTERRADAS.)

ZONA COSTERA (101)  
(50 KM TIERRA ADENTRO)

PRESENCIA GASES, VAPORES, o POLVOS de PROD. QUIMICOS.

- EN LUGARES "HUMEDOS o MOJADOS":
  - NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.

## MEDIOS DE CANALIZACION

### CARACTERISTICAS GENERALES

#### • DEBEN TENER CONTINUIDAD:

##### • ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-01-301-5, 206-2)

##### • MECANICA:

• RENATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION →

CAJA ADECUADA

#### • NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EJ:

- 220/127.5 vs 490V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION. etc.

SIST. NORMAL  
vs  
SIST. EMERG.

Excepi - Control con Circuito de F2A → SI →

MISMO AISLAMIENTO

CTO Balastro y CTO Alumbrado.

#### • CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

(NTIE-01-301-10)

## MEDIOS DE CANALIZACION

### CARACTERISTICAS GENERALES (2)

#### • DEBE EVITARSE:

(301-13)

• LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.

20

• LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA.

(301-14)

• INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES o BASURA (SI EN DUCTOS de AA → TUBERIA METALICA)

(301-16)

#### • CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS:- (301-17)

• PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)

• EN CONDOMINIOS →

CANALIZACIONES SEPARADAS

# METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
  - METALICO RIGIDO
    - PESADO
    - SEMIPESADO
    - LIGERO
  - METALICO FLEXIBLE
  - NO METALICO
    - PVC
    - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

# INSTALACION VISIBLE

SOBRE AISLADORES

(NTIE-81-312)

CARACTERISTICAS:-

- CONDUCTORES
  - UNIPOLARES
  - AISLADOS
  - SOPORTE → AISLADORES.

USO

- INTERIORES y EXTERIORES
- LUGARES SECOS y HUMEDOS

EXCLUSIONES:

- ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES
- SALAS de REUNION (CINES, TEATROS, etc.).
- ESTUDIOS de CINE
- CUBOS de ELEVADOR
- AREAS "PELIGROSAS" → 

PELIGRO POR LA EXISTENCIA Y CONCENTRACION EN LA ATMOSFERA DE GASES, VAPORES, LIQ. VOLATILES, POLVOS O PELUCAS COMBUSTIBLES O INFL.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VENTAJAS:-

- MENOR COSTO: → 

MATERIAL
INSTALACION
- AUMENTO CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES AL MONTARSE "AL AIRE" → NTIE Tabla 302-4.

TABLA 302.4  
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

NTIE:81

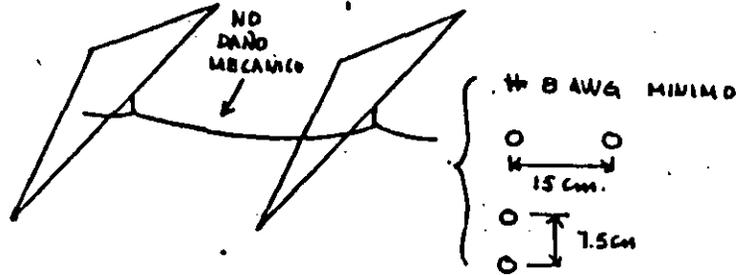
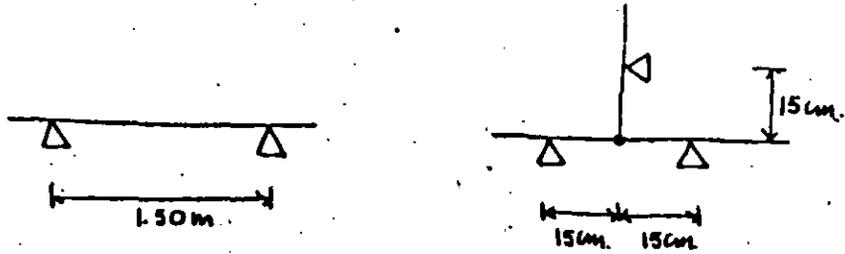
Continúa TABLA 302.4  
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	455	730	520	870	555	940	555	940
1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

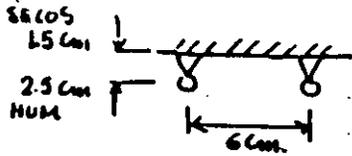
\* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

# MONTAJE

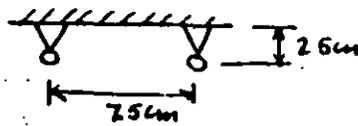
CONDICIONES MINIMAS



300V



600V

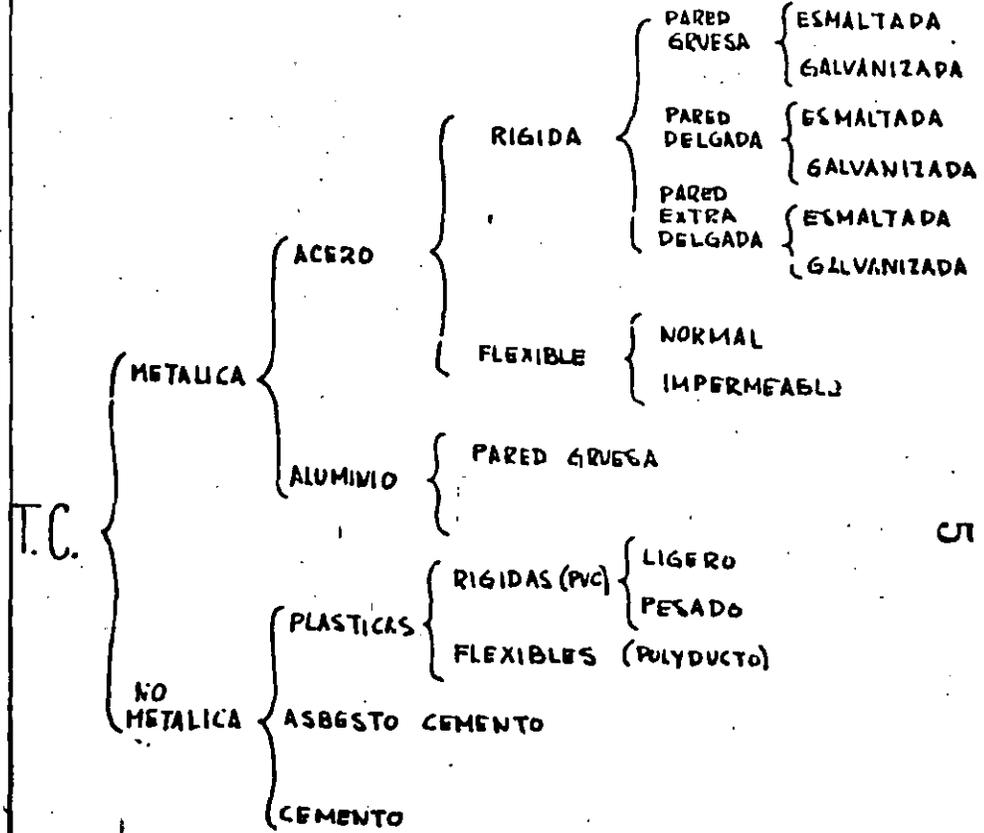


# CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



CT

# VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

## ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

# TUBERIA PARED GRUESA

VS

# TUBERIA PARED DELGADA

DIFERENCIA:-

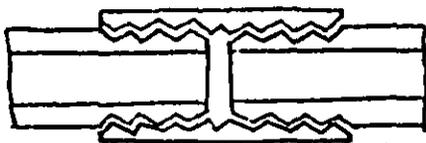
P.G. se puede roscar.  
P.D. no se puede roscar



ACOPLAMIENTO

P.G.

P.D.



MAS RIGIDEZ  
MEJOR CONTINUIDAD.  
MEJOR ESTANQUEIDAD.

# TUBO NO METALICO

CARACTERISTICAS GENERALES:-

•  $\phi_{\text{MINIMO}} = 13\text{mm}$

• ACCESORIOS: DEBEN SER APROBADOS  
ESPECIFICAMENTE PARA  
EL USO



- UNION ENTRE TUBOS
- UNION A CAJA
- BOQUILLAS

• CAJAS: RECOMENDABLE → MISMO MATERIAL  
METALICAS → DEBEN CONECTARSE A TIERRA

• CONEXION a TIERRA (CONTINUIDAD):  
DEBE INSTALARSE SIEMPRE UN  
CONDUCTOR ADICIONAL DE PUESTA  
A TIERRA.

# TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYDUCTO NARANJA)

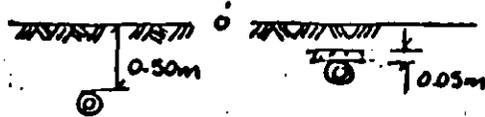
## CARACTERISTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS
- RESISTENCIA MECANICA "ADECUADA"
  - PROT CONDUCTORES
  - TRATO "RUDD" EN INSTALACION

USO:

- EN TENSION MAXIMA DE 150V a TIERRA.
- EMBEBIDO EN MURD, PISOS o TECHOS.
- ENTERRADO:



## EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES en TECHOS
- OCULTO EN CUBOS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

# TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE-81-306-19)

## CARACTERISTICAS:-

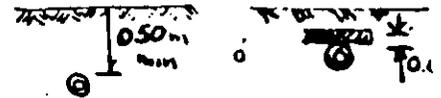
DEBE SER:

- AUTOEXTINGUIBLE
- RESISTENTE a
  - APLASTAMIENTO
  - AGENTES QUIMICOS
  - HUMEDAD

USO:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
  - ↳ NO EXPUESTAS a DAÑO MECANICO
- SITIOS EXPUESTOS a AGENTES QUIMICOS
  - ↳ DEBE RESISTIR
- LOCALES "HUMEDOS" o "MOJADOS"

• ENTERRADO:



## EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc (SALVO CUANDO NO PUEDE SER METALICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- SI  $t_a > 70^\circ\text{C}$

SOPORTES:

ESPACIAMIENTO MAXIMO:-

$\phi$ 13-19 mm	→ 1.20 m	63-76 mm	→ 1.80 m
$\phi$ 25-51 mm	→ 1.50 m	89-102 mm	→ 2.10 m



## USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. APARELLO
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERH.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

## COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

Dim. (Inch)	15 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102 (4)
P.G. ESM.	100	125	194	250	325	445	944	1,108	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,057	1,245	1,952
P.D. ESM.	67	93	164	178	215	313			
P.D. GALV.	78	108	158	235	267	361			
P.E.D. ESM.	46	63							
P.E.D. GALV.	56	77							
FLEX. NORMAL	76	119	145	227	278	516	615	650	1,437
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,913	9,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,835	5,117	8,271	10,824	5,169
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	124	158	239	333	415	559
PL. FLEX. (POLYD.)	10	18	30	45	52	73		191	
ASB. CEMENTO							235	270	357
CEMENTO									195

## CONDICIONES de DISEÑO:

- ) DIAMETRO MIMIMO : 13mm (1/2")  
 (EXCEPTO TUBO FLEXIBLE → 9.5mm 3/8")

NTIE

304-3
305-2
306-3

- ) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:  
 (310-10)

↳ LIMITADO

POR: FACILIDAD  
 DE →

- COLOCAR
- REMOVER
- DISIPAR CALOR

- ) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

1 CONDUCTOR	_____	55%	de AREA INT		
2 CONDUCTORES	_____	30%		✓	✓
3 o MAS CONDUCTORES	_____	40%		✓	✓

Tabla 1.2  
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplástico<sup>1</sup>

Tabla 1.1  
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

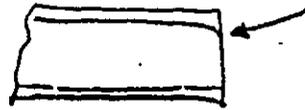
Diámetro nominal		Diámetro Interior (mm)	Área interior total (mm <sup>2</sup> )	Área disponible para conductores (mm <sup>2</sup> )	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	1/2	15.81*	196	78	59
19	3/4	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 1/4	35.31*	979	392	294
38	1 1/2	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	2 1/2	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	3 1/2	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

\* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.  
 \*\* Corresponde al tubo metálico tipo pesado.  
 Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

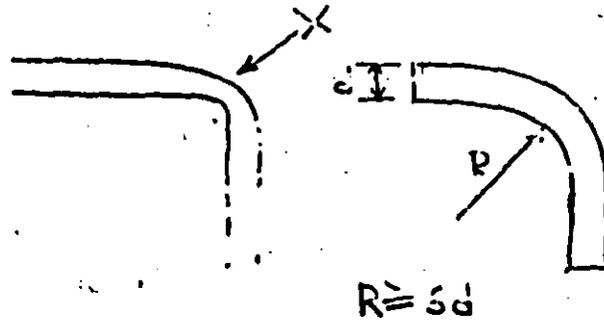
Calibre AWG, MCM	Tipos T, TW y THW RIIW y RIII (sin cubierta exterior)		Tipos RIIW y RIII (con cubierta exterior)		Tipos THWN y THHN	
	Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Área mm <sup>2</sup>
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7
A						
L 14	3.3	8.7	-	-	2.7	5.9
A 14	4.1*	13.3*	5.2	21.1	-	-
M 12	3.8	11.1	-	-	3.2	7.9
D 12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	-	-
R 10	4.3	14.3	-	-	4.0	12.3
E 10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	-	-
S						
	14	3.6	9.9	-	-	3.0
	14	4.3*	14.8*	5.4	23.0	-
	12	4.0	12.8	-	-	3.4
	12	4.8*	18.4*	5.9	27.3	-
	10	4.6	16.8	-	-	4.3
	10	5.4*	23.0*	6.5	33.3	-
	8	6.2	30.4	-	-	5.6
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	-
C						
A	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6
B	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9
L	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7
E	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4
S						
	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	-
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	-
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	-
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	-
	1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	-
	1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	-

# CONDICIONES de MONTAJE:

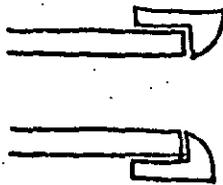
① ESCARIADO



② DOBLADO



③ MONITORES:



④ CURVAS :-

•) RECOMENDABLE → 2 de 90°

Nº MAXIMO

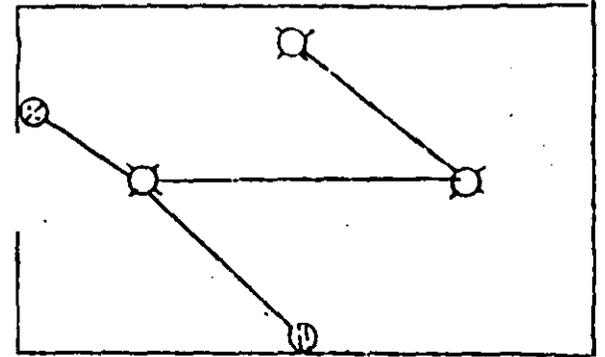


•) PERMITIDO → 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO).

# TRAYECTORIAS:

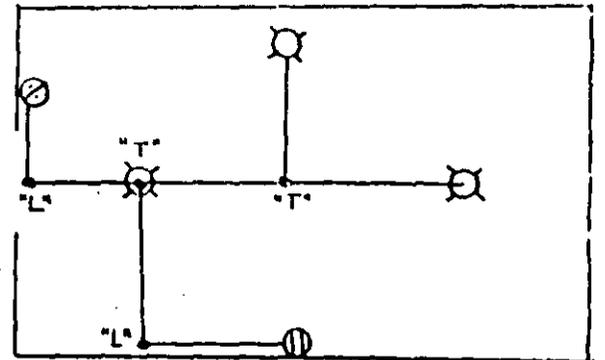
INSTALACION OCULTA:

TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE



INSTALACION APARENTE:

TRAYECTORIAS PARALELAS A EJES ESTRUCTURALES



# CAJAS de CONEXIONES

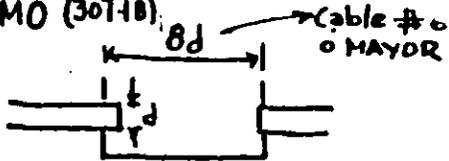
·) LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- ) FIN CAJAS:
- ) CONEXION a UTILIZACION
  - ) CONEXIONES de CABLES
  - ) FACILIDAD PARA CABLEAR.

·) DIMENSIONES CAJAS:-

PROFUNDIDAD MINIMA (307-15) → 35mm (1 3/8" (32.))

ANCHO MINIMO (307-18) → Cable # o MAYOR



·) NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO:-

VOLUMEN OCUPADO POR CONDUCTORES Y SUS CONEXIONES ≤ 60% del Volumen interior o espacio Libre (307-9)

# NUMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS SEGUN NEC

ARTICLE 370-BOXES AND FITTINGS

70-211

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimension, Inches Trade Size or Type	Min. Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors				
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1 1/4 Round or Octagonal	12.5	6	5	5	4	0
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	15.5	7	6	6	5	0
4 x 2 1/4 Round or Octagonal	21.5	10	9	8	7	0
4 x 1 1/2 Square	18.0	9	8	7	6	0
4 x 1 3/4 Square	21.0	10	9	8	7	0
4 x 2 1/4 Square	30.3	15	13	12	10	6
4 11/16 x 1 1/2 Square	25.5	12	11	10	8	0
4 11/16 x 1 3/4 Square	29.5	14	13	11	9	0
4 11/16 x 2 1/4 Square	42.0	21	18	16	14	6
3 x 2 x 1 1/2 Device	7.5	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	10.5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 3/4 Device	12.5	6	5	5	4	0
3 x 2 x 3 1/4 Device	14.0	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3 3/4 Device	18.0	9	8	7	6	0
4 x 2 1/4 x 1 1/2 Device	10.3	5	4	4	3	0
4 x 2 1/4 x 1 3/4 Device	13.0	6	5	5	4	0
4 x 2 1/4 x 2 1/4 Device	14.5	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 2 1/4 Masonry Box/Gang	14.0	7	6	5	4	0
3 1/4 x 2 x 3 1/4 Masonry Box/Gang	21.0	10	9	8	7	0
FS- Minimum Internal Depth 1 1/2 Single Cover/Gang	13.5	6	6	5	4	0
FD- Minimum Internal Depth 2 1/4 Single Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	3
FS- Minimum Internal Depth 1 1/2 Multiple Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	0
FD- Minimum Internal Depth 2 1/4 Multiple Cover/Gang	24.0	12	10	9	8	4

Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2 cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3 cubic inches
No. 6	5 cubic inches

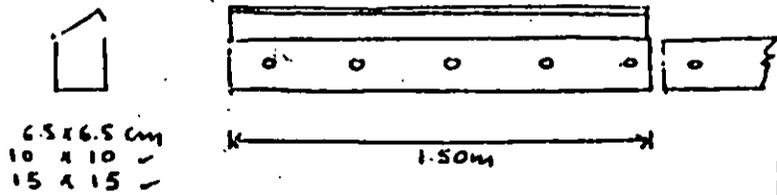
# CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

- DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In) - CON TAPA (NTIE-308)
- DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In) } CON BARRAS
- DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In) } (NTIE-309)

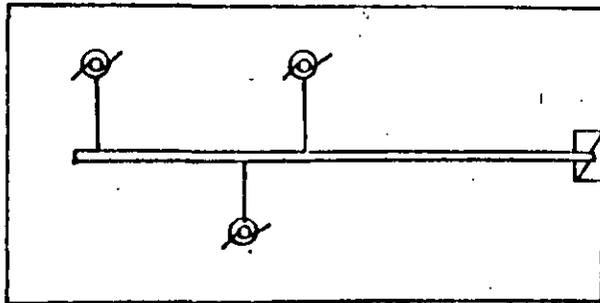
COSTO POR mm<sup>2</sup> UTILIZABLE :-

TUBO CONDUIT GALV 15mm	AREA UTIL (mm <sup>2</sup> )	costo (%)
-	78	100
-	136	83
-	222	77
-	390	66
-	530	61
-	870	47
-	1240	66
-	1590	64
-	3300	48
DUCTO 6.5x6.5cm	1690	54
DUCTO 10x10cm	4000	27
DUCTO 15x15cm	9000	24

## 1) DUCTO EMBISAGRADO (ART-308)



USO:-

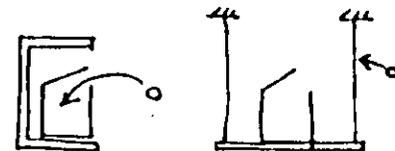


## VENTAJAS

- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA.

## LIMITACIONES:-

- INTERIORES (EXTERIORES → PBA LLUVIA)
- APARENTES
- LUGARES SECOS
- NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
- NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
- NO MAS de 30 CONDUCTORES (excepto control)
- SOPORTE CADA 1.5m. (3m → construcciones especiales).



- PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6).

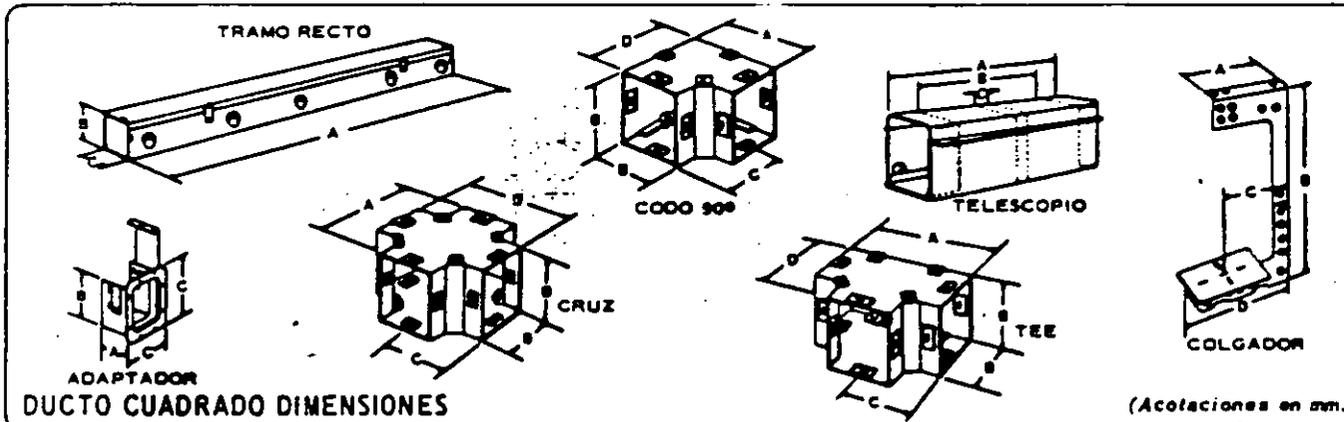
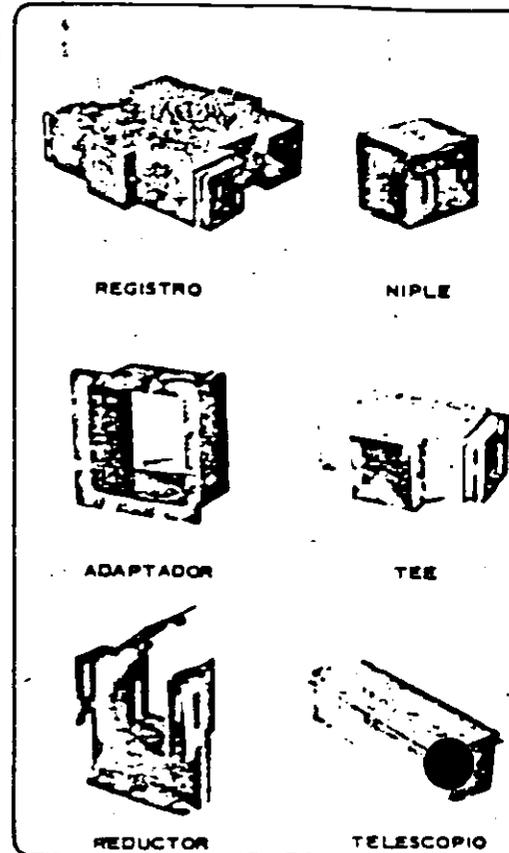
# DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta máx. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Área del cable con forro en cm. <sup>2</sup> Tipo TW.-THW.	No. Máximo de Conductores en Ducto †		
		6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	321
8	0.322	30	78	176
6	0.513	15	39	87
4	0.650	11	29	66
3	0.785	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.016	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

† EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, II - limita a 30 conductores el número de los que se pueden instalar en un ducto, a no ser que los alambres en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.



## DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

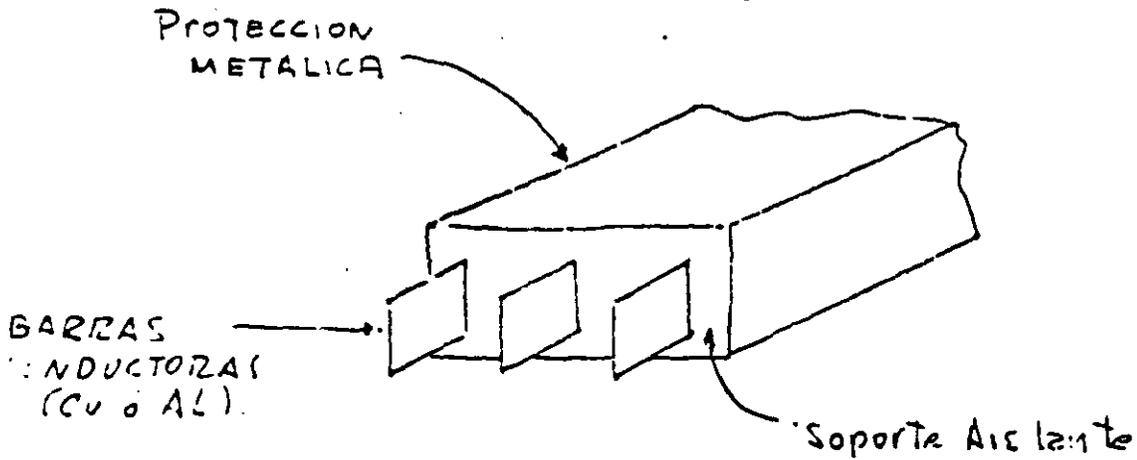
(Acolaciones en mm.)

DUCTO 6.5 x 6.5 cm.					DUCTO 10 x 10 cm.					DUCTO 15 x 15 cm.				
CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D
LD21	304	66	66	—	LD41	304	108	108	—	LD61	304	155	155	—
LD22	609	66	66	—	LD42	609	108	108	—	LD62	609	155	155	—
LD25	1524	66	66	—	LD45	1524	108	108	—	LD65	1524	155	155	—
LD290L	117	66	84	117	LD490L	157	108	103	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	66	—	73	LD445L	89	105	—	89	LD645L	127	16	—	127
LD225L	59	66	—	59	LD425L	67	105	—	67	LD625L	92	157	—	92
LD2T	168	66	84	117	LD4T	205	108	103	156	LD6T	289	156	144	222
LD2J	168	66	84	168	LD4J	208	105	103	208	LD6J	289	156	144	289
LD2TF	381	232	13	—	LD4PB	367	105	—	367	LD6PB	500	156	—	500
LD2M	110	254	81	111	LD4TF	381	292	13	—	LD6TF	381	292	13	—
LD22A	82	67	92	—	LD4H	110	295	100	152	LD6H	138	431	17	208
					LD44A	82	105	130	—	LD66A	113	156	—	—



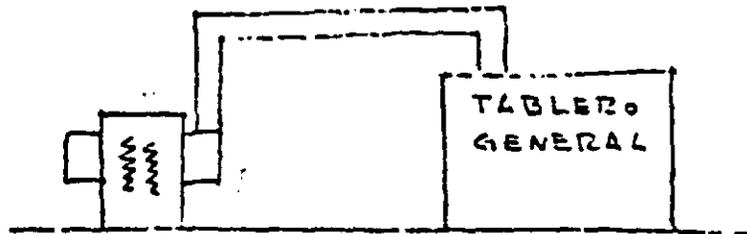
# DUCTO ALIMENTADOR

17



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

EJ :-



- VENTAJAS:-
- ) BAJA IMPEDANCIA
  - ) RESISTENCIA MECANICA
  - ) RESISTENCIA a CTES C.C.
  - ) FACILIDAD de INSTALACION

# DUCTO ALIMENTADOR - U.S.C.

18

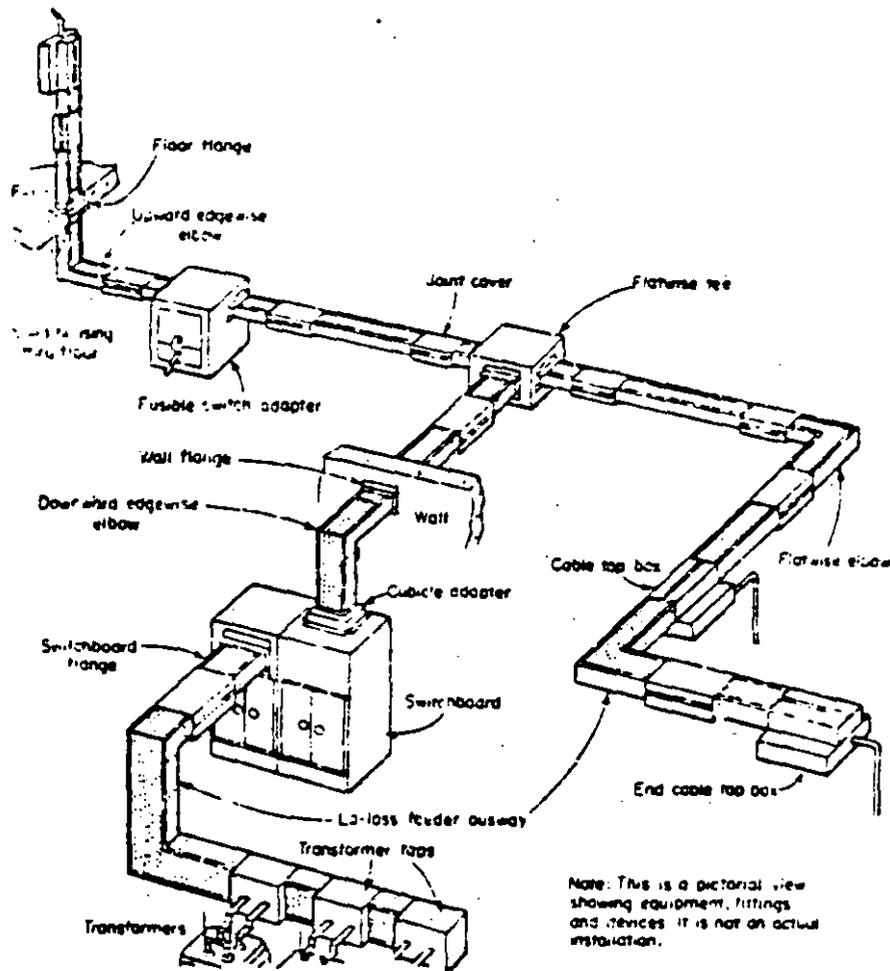


FIG. 162 Typical low-voltage-drop feeder bus-way system. (National Electric Dir., H. K. Porter Co., Inc.)

# ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

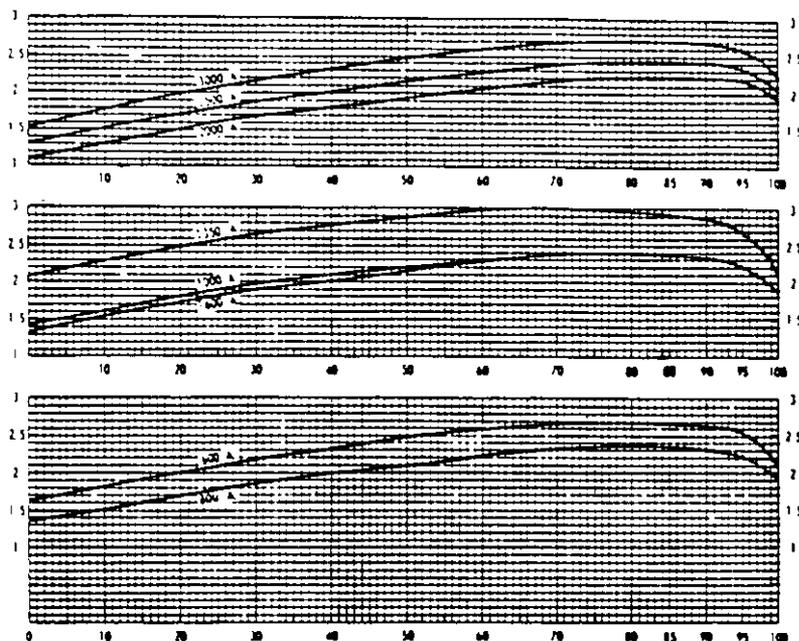
19

## CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBRE FEED - IN - 3 POLOS - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

Promedio de caída de voltaje en volts por 100 pies de longitud.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA  
TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Rango en amperes	R Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
600	.00204	.00156	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.65	2.61	2.52	2.12
900	.00140	.00098	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	1.94
1000	.00108	.00084	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.36	2.32	2.23	1.87
1350	.00093	.00089	2.08	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.98	2.94	2.86	2.72	2.17
1600	.00069	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91
2000	.00055	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.15	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91
2500	.00048	.00030	1.30	1.50	1.69	1.88	2.02	2.17	2.29	2.38	2.44	2.45	2.44	2.38	2.08
3000	.00043	.00030	1.56	1.77	1.98	2.18	2.32	2.47	2.59	2.68	2.72	2.72	2.70	2.62	2.24

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amps. con 50 % de F.P.

$$\begin{aligned} \text{Caída de voltaje} &= \sqrt{3} \times I \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00108 \times .50 + .00084 \times .866) \\ &= 2.19 \text{ Volts / 100 pies} \end{aligned}$$

- Notas:
- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
  - 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
  - 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
  - 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación  $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
  - 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación  $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$
  - 6.- Para caída de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



# ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

20

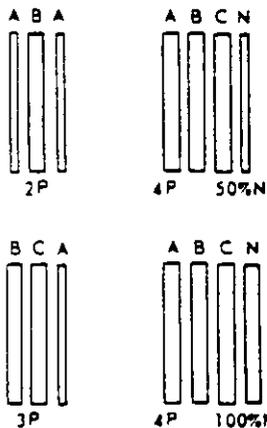
## CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 POLOS	ØB-2P, ØB y C-3P ØA, B, C, 100%N-4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	H	W			
									2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.
500A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	25-3X76	15-6X76	15-3X76	27.5	34.5	36.5	39	219	54	67	70	73
1000A	25-3X101	15-6X101	15-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1350A	25-4X101	15-8X101	15-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	44	57	61	66	321	54	67	70	73
2000A	45-3X101	25-6X101	25-3X101	50	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	† 45-3X114	† 25-6X114	† 25-3X114	59	78	84	90	422	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
* 4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
* 5000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
* 6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

\* Hilas dobles: en 4000A, son 2 de 2000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.

† Barras espaciadas 76 mm. (canto con canto).

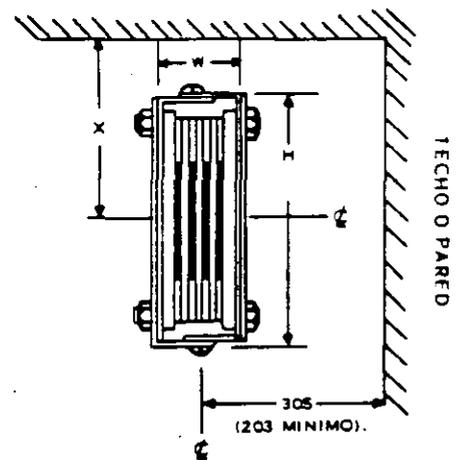
### ACOMODO DE SOLERAS



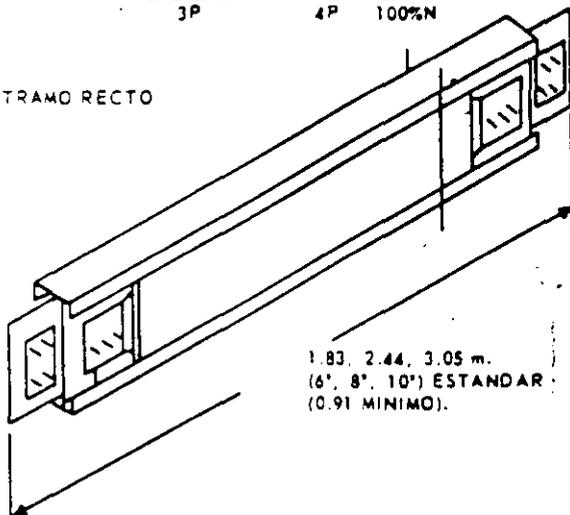
Espacio recomendado al techo, pared.

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

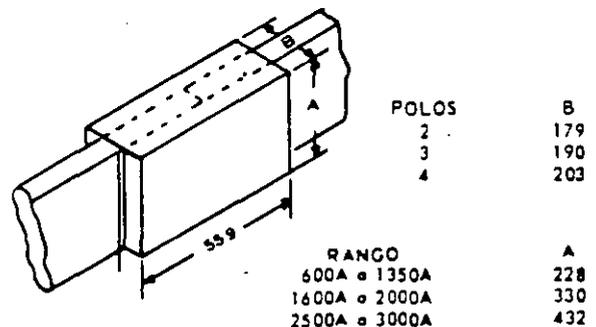
### TECHO O PARED



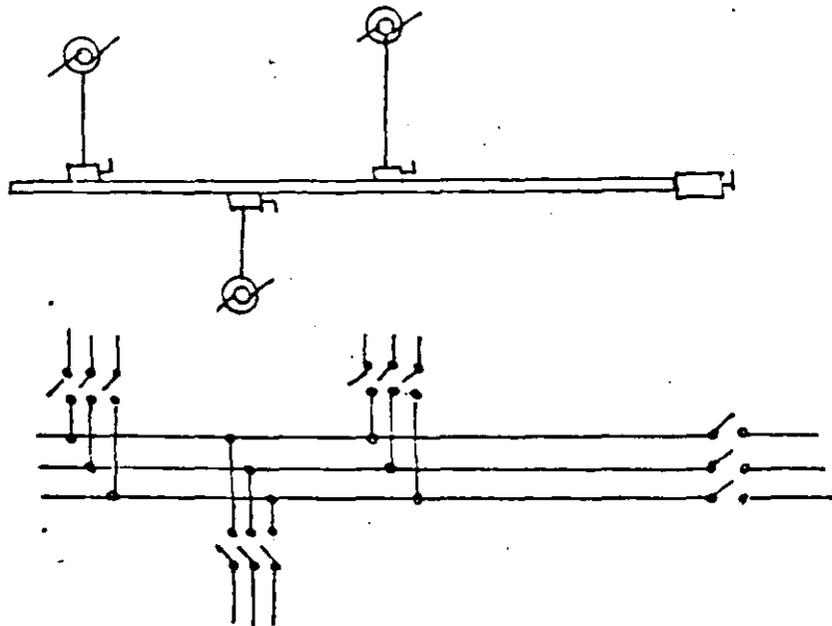
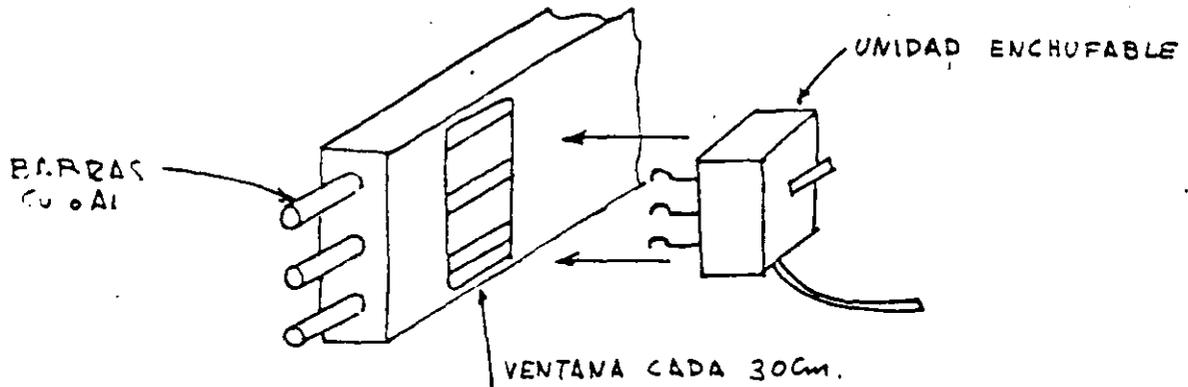
### TRAMO RECTO



### ENSAMBLE DE UNION



# DUCTO DISTRIBUIDOR



EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

- ) MAXIMA FLEXIBILIDAD..
- ) RAPIDEZ INSTALACION..

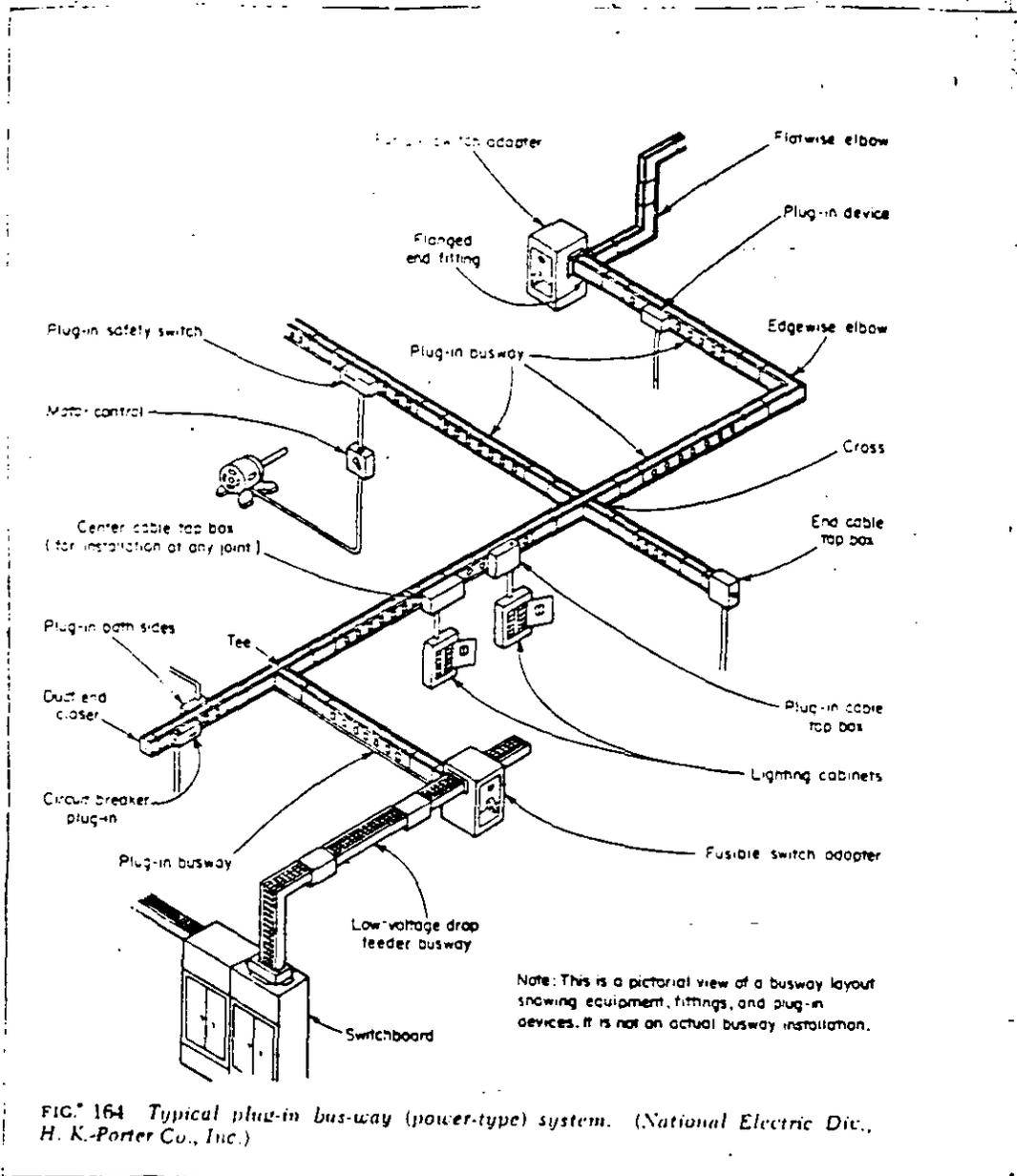


FIG. 164 Typical plug-in busway (power-type) system. (National Electric Div., H. K.-Porter Co., Inc.)

# ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

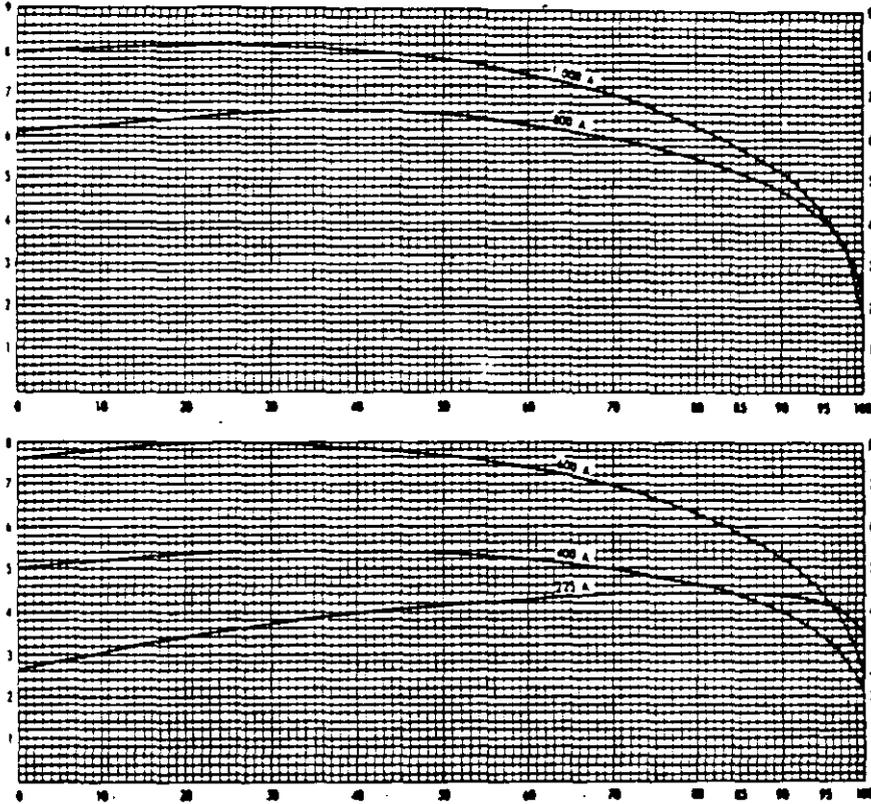
23

## CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

PROMEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Range en amperes	Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA													
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100	
225	.00900	.00696	2.72	3.05	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.30	4.44	4.42	4.34	4.18	3.91	
400	.00294	.00720	4.98	5.16	5.30	5.38	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.48	2.04	
600	.00205	.00735	7.63	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.95	6.28	5.82	5.24	4.40	2.13	
800	.00170	.00439	6.08	6.30	6.43	6.50	6.53	6.45	6.30	5.98	5.53	5.22	4.77	4.12	2.36	
1000	.00109	.00458	7.95	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.46	6.95	6.25	5.77	5.14	4.26	1.89	

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1,000 Amperes, con 50% de F. P.

$$\begin{aligned} \text{caída de voltaje} &= \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00109 \times .50 + .00458 \times .866) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.004511) = 7.81 \text{ Volts./100 pies.} \end{aligned}$$

- NOTAS:
- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
  - 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
  - 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
  - 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación:  $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
  - 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación:  $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$
  - 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



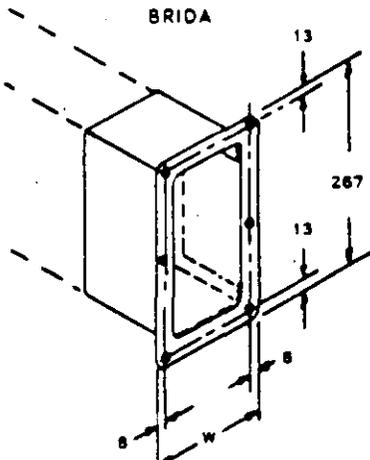
# ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

24

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

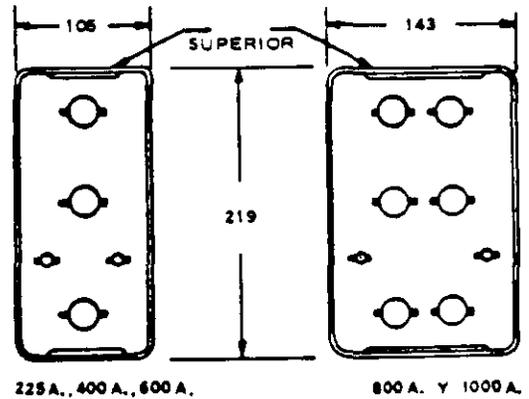
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES	NEUTRO	FASES	NEUTRO	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3P.	2P.	3P.	3P.
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	13.1	13.8
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.6	15.6	15.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	33.0

• DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.

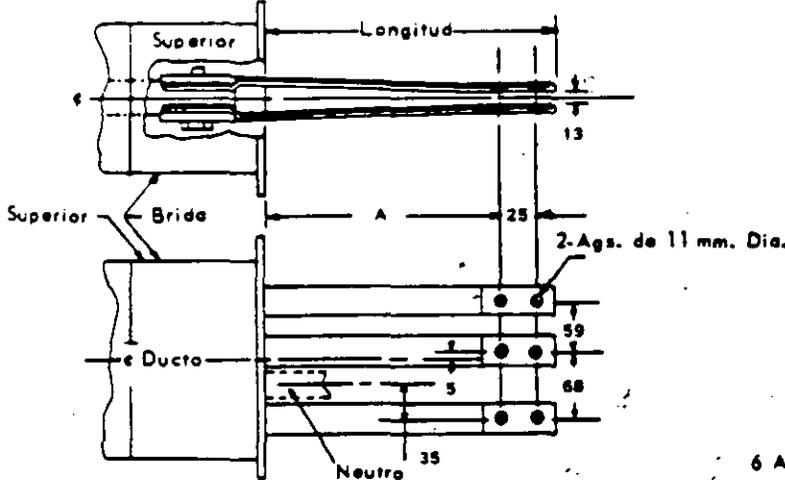


RANGO	W (mm.)
225A. 400A. 600A.	143
800A. 1000A.	181

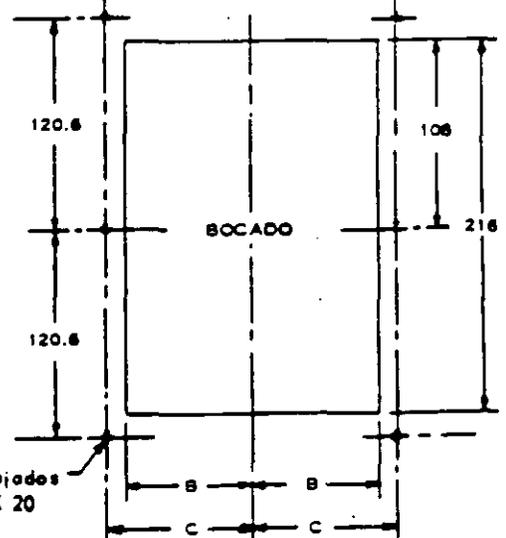
DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



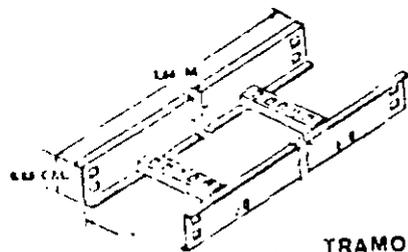
225A., 400A., 600A.      800A. Y 1000A.  
B=54, C=63.5      B=73, C=82.5

LONGITUD		A
mm.	PIES	
305	1	267
610	2	571
914	3	576

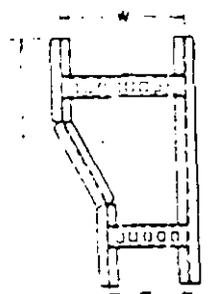
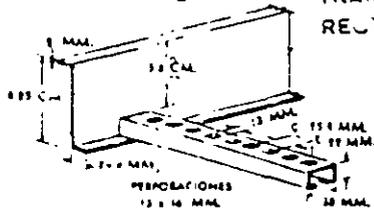
Acat. en mm.



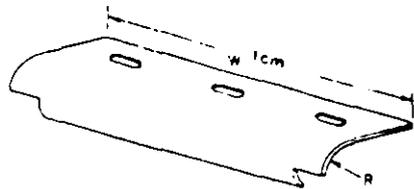
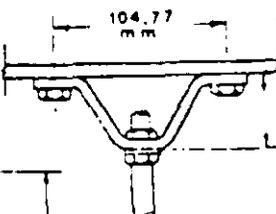
# SISTEMA de CHAROLAS: ESCALERAS



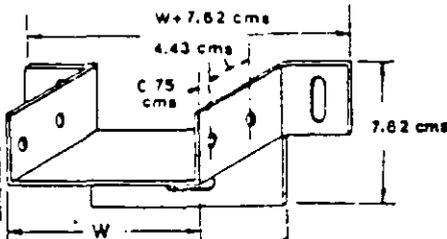
TRAMOS RECTOS



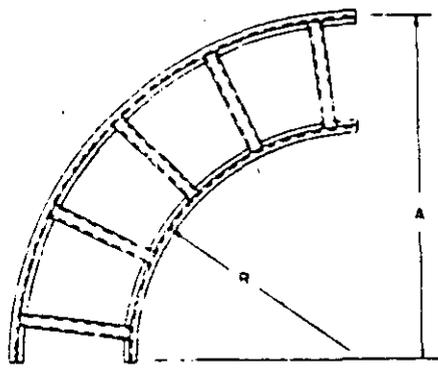
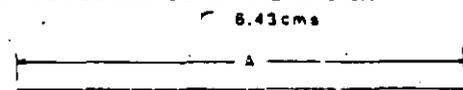
REDUCCION LATERAL



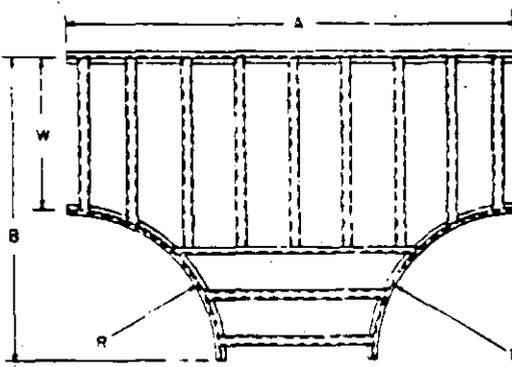
BAJADA PARA CABLE



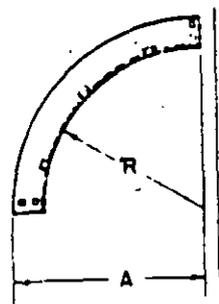
CONECTOR DE CANAL A CAJA



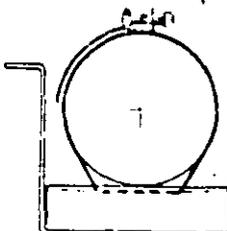
CODO HORIZONTAL



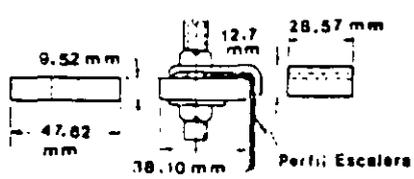
"180" HORIZONTAL



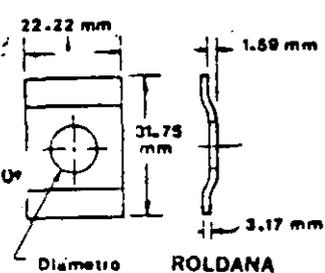
CODO VERTICAL EXTERIOR A 90°



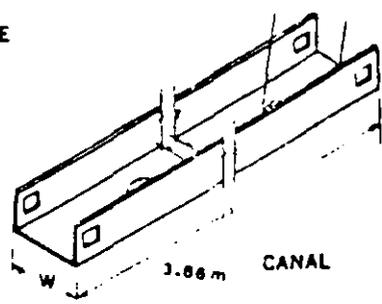
ABRAZADERA PARA CABLE



SOPORTE SENCILLO PARA ESCALERA



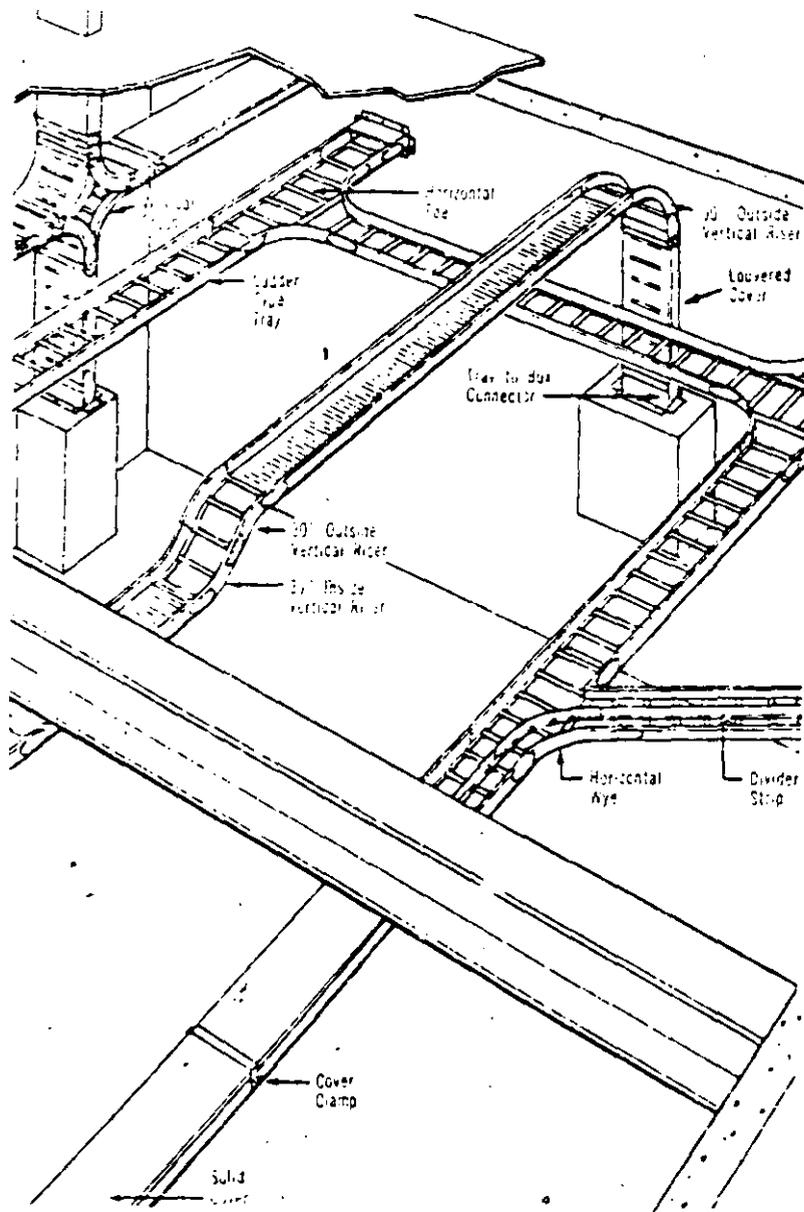
Diámetro ROLDANA



CANAL

# SISTEMA DE CHAROLAS. USO:

9-172 INTERIOR WIRING



NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD

GRAN SECCION

GRAN FLEXIBILIDAD

DE CONDUCTORES

DEBEN TENER  
AISLAMIENTO Y  
CUBIERTA APROBA  
DOS PARA ESTE  
TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS  
CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES  
o RESISTENTES AL FUEGO.

USO ADICIONAL: SOPORTE DE  
TUBERIAS U  
OTRAS CANAL  
-ZACIONES.

EXCLUSIONES:-

- CUBOS DE ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

# CONDICIONES DE DISEÑO

28

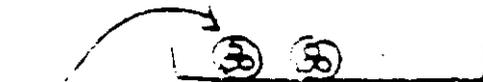
- ) NUMERO DE CONDUCTORES
- ) CAPACIDAD DE CONDUCTORES
- ) DIMENSIONES

- ANCHO
- ESPACIAMIENTO TRAVESANOS.

## NUMERO CONDUCTORES

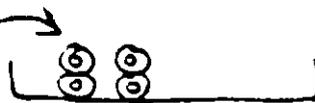
MULTICONDUCTOR:

MAX. UNA CAPA



DE UN SOLO CONDUCTOR:

MAX. DOS CAPAS



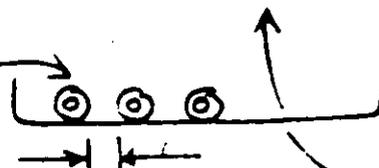
## CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302.4 "EN TUBERIA"

DE UN SOLO CONDUCTOR:

SI ⇒

UNA SOLA CAPA



DESCUBIERTA

IGUAL a  $\phi$  MAYOR CONDUCTOR

USAR CAPACIDAD TABLA 302.4 "EN AIRE"

SI ⇒

UNA o 2 CAPAS



SIN SEPARACION

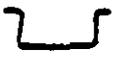
DESCUBIERTA

CAP "EN AIRE" X 0.75

SI SE CUBRE EN MAS de 1.80 = X 0.70 ←

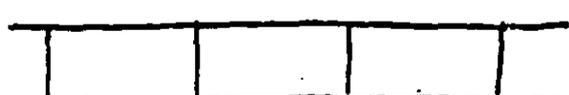
CONDICIONES de DISEÑO

·) ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO

15.2 cm	
22.8 cm	
30.48 cm	
40.64 cm	
45.72 cm	
50.8 cm	
60.96 cm	

·) ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

└→ CALIBRE CONDUCTOR

15.24 cm	
22.86 cm	
30.48 cm	
45.72 cm	

## DIMENSIONES NORMALES.

## AREA UTIL:-

<u>CHAROLAS</u>		<u>TUBO CONDUIT</u>		
<u>Ancho</u>	<u>Area Util</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area Total</u>	<u>Area Util</u>
15.2 cm.	86.64 cm <sup>2</sup>	5.08 cm.	20.25 cm <sup>2</sup>	8.06 cm <sup>2</sup>
30.4 "	173.28 "	6.35 "	31.61 "	12.70 "
45.7 "	260.49 "	7.62 "	45.80 "	18.32 "
60.9 "	346.56 "	10.16 "	81.29 "	32.25 "

Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en escaleras es el siguiente:

<u>CHAROLA.</u>		<u>NO. DE TUBOS.</u>			
<u>Ancho</u>	<u>Area</u>	<u>5.08 *</u>	<u>6.35 *</u>	<u>7.62 *</u>	<u>10.16 *</u>
<u>cm.</u>	<u>Plg. . cm.<sup>2</sup></u>	<u>2"</u>	<u>2½"</u>	<u>3"</u>	<u>4"</u>
15.2	6 86.64	10.8	6.8	4.8	2.7
30.5	12 173.28	21.6	13.6	9.4	5.4
45.7	18 260.49	32.5	20.6	14.3	8.3
60.9	24 346.56	43.2	27.2	18.8	10.8

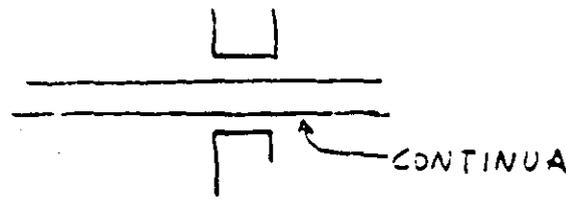
CONDICIONES DE INSTALACION

(311.6)

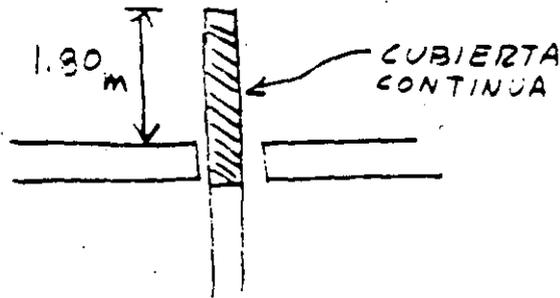
- ) SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
- ) PUEDE HABER CONEXIONES
- ) RIESGO DAÑO → TAPAS
- ) AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
- ) CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



- ) PUEDE ATRAVESAR MUROS :-



- ) PUEDE ATRAVESAR PISOS :-



- ) ESPACIO :-

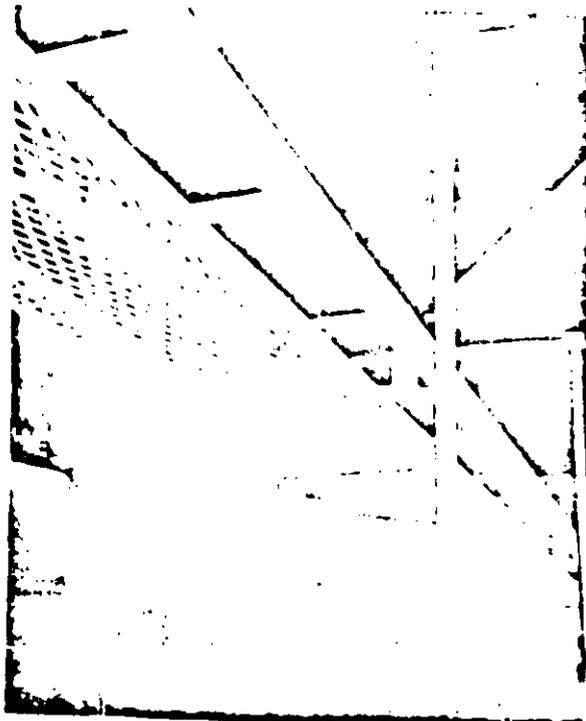


- ) CIRCUITOS EN PARALELO :-

(311.8)

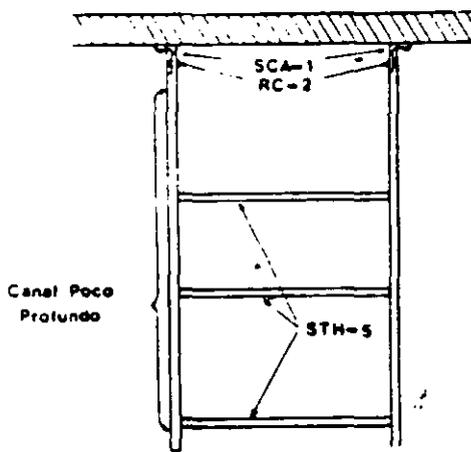


MONTAJE



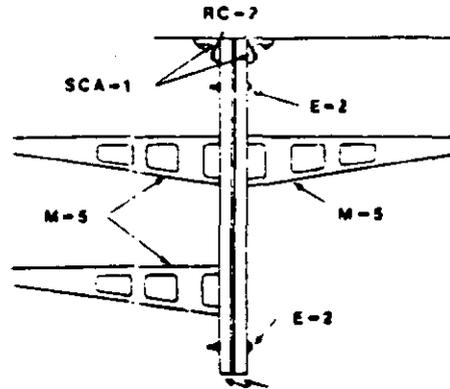
a) Sujeto a la estructura.

SOPORTE TIPO TRAPECIO

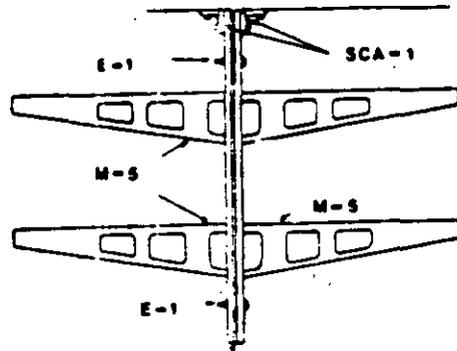


b) Empotrado en la loza.

MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



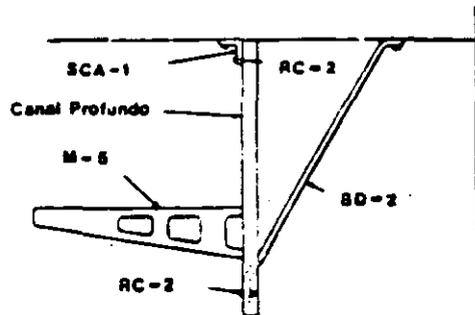
MONTAJE A CARGAS SIMETRICAS  
RC-2



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Cat. CP-3 CP-6

MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

# COSTOS

33

## MATERIAL

### COMPARACION VS T.CONDUIT P.G.G. (1971)

#### CHAROLAS

#### PRECIO POR NO. DE TUBOS. (%)

Ancho	Acho	Precio X	5.08*	6.35*	7.62*	10.16*
cm	Pig.	Tramo	(2")	(2½")	(3")	(4")
15.2	6	100 %	143	193	168	141
30.5	12	100 %	265	359	314	263
45.7	18	100 %	367	496	433	369
60.9	24	100 %	449	607	531	445

### INSTALACION

Charolas      Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

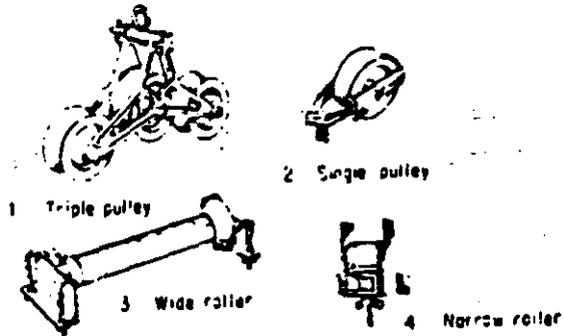
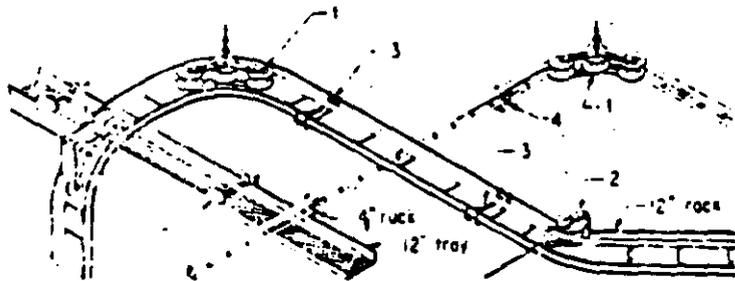
	Horas	5.08 cm. ø		7.62 cm. ø		10.16 cm. ø	
Ancho	Hombre	(2" ø)		(3" ø)		(4" ø)	
	x 30 mts.	Fe.	Al.	Fe.	Al.	Fe.	Al
6"	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
15.2 cm.							
12"	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
30.4 cm.							
24"	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

\* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricos en E. E. U.U.

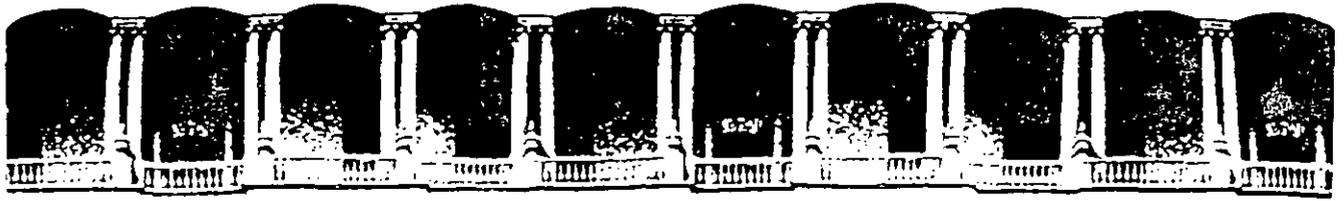
CABLEADO

- LATERAL
- JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



Installation also available



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

**MOD: II    INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**MEDIOS DE PROTECCION**

**ING. NOE ARMAS MORALES**

ING. NOE ARMAS MORALES

MEDIOS DE PROTECCION

- . Sobrecorriente: orígenes
- . Sobrecarga
- . Corto circuito
- . Medios de protección contra sobrecorrientes
- . Interruptores automáticos
- . Riesgos al personal

Los dispositivos que se utilizan para interrumpir las sobrecorrientes son los fusibles y los interruptores automáticos.

Deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar abrir y extinguir el arco producido por la sobrecorriente.

Fusibles .- Es un dispositivo térmicamente operado que sirve para detectar y abrir un circuito cuando se presenta una sobrecorriente.

Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para operar con valores moderados de sobrecorriente. Son menos precisos que los relevadores, pero comparables con los interruptores termomagnéticos de bajo voltaje de disparo instantáneo, con altas corrientes y superior a ellos en bajas corrientes de corto circuito. Tienen también la desventaja, de que en caso de fundirse uno sólo de ellos, el circuito trifásico puede quedar en operación monofásica ocasionando una sobrecarga en las líneas restantes.

Los fusibles se clasifican en:

Fusibles limitadores de corriente y en fusibles no limitadores. Al ocurrir un c.c. los fusibles limitadores de corriente se funden en el primer medio ciclo de la corriente de corto circuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando reducir notablemente el valor de la potencia aparente a interrumpir.

La curva de operación CORRIENTE - TIEMPO DE RESPUESTA es una curva de tiempo inverso.

Los interruptores automáticos de bajo voltaje pueden ser:

- 1) electromagnéticos, y
- 2) termomagnéticos.

### SOBRECORRIENTES - Orígenes

Las sobrecorrientes en los sistemas eléctricos normalmente se deben a sobrecargas y a cortos circuitos.

Las sobrecargas permanentes en un circuito se deben generalmente a la conexión de mayores cargas que la de diseño o nominal del circuito.

Las sobrecargas transitorias pueden deberse a cortos circuitos intermitentes en circuitos derivados, a operación monofásica - mecánica de los motores, a arranques frecuentes de motores eléctricos, etc.

Los cortos circuitos son debidos a conexiones francas entre los conductores de un alimentador o circuito derivado.

El diseño de un sistema de protección contra sobrecorrientes implica 2 puntos importantes:

- 1) La selección correcta del dispositivo adecuado para interrumpir la sobrecorriente.
- 2) Escoger los valores de corriente y tiempo de respuesta correctos para los dispositivos ajustables que les permita funcionar selectivamente con otros dispositivos, sean o no ajustables, para desconectar la porción del sistema con problemas, con un el mínimo posible de disturbios al resto del sistema.

Los dispositivos que se usan para detectar sobrecorrientes son los fusibles, los relevadores y las bobinas de disparo de acción directa e instantánea.

Los electromagnéticos operan cuando el valor de la corriente - alcanza un determinado valor al atraer la armadura del dispositivo de disparo.

Una combinación de disparo térmico (para protección de sobrecargas moderadas) y disparo magnético instantáneo (para corto circuito) se proporciona en los interruptores termomagnéticos.

Deben ser capaces de abrir y cerrar su corriente nominal repetidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

## CALCULO SIMPLIFICADO DE CORTO CIRCUITO

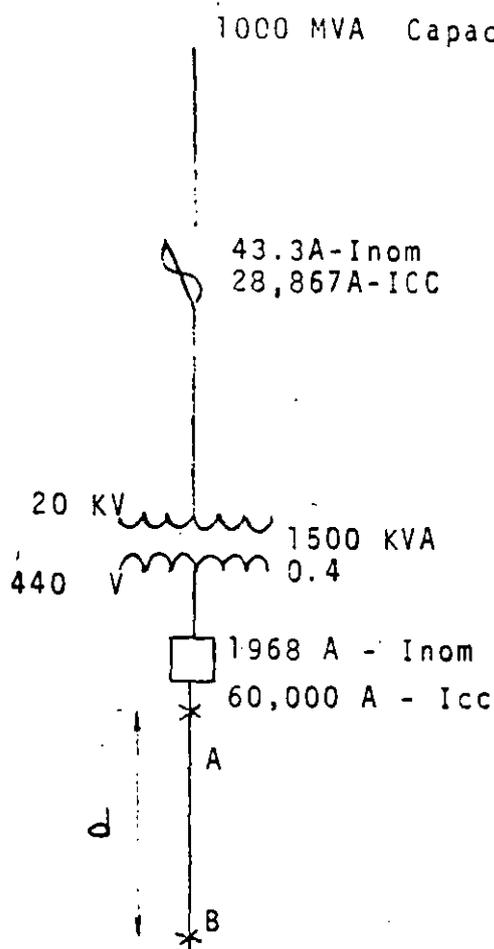


Diagrama unifilar

$$\text{Impedancia pu} = Z_s \approx \frac{\text{KVA}_b}{\text{KVA}_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$$

c.c en el punto A

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$\text{KVA}_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 36,145 \text{ KVA}$$

$$\text{Icc}_s = 47,427 \text{ A}$$

$$\text{Icc}_{as} = 1.25 \times 47,427 \text{ A} = 59,284 \text{ A}$$

Si el c.c. ocurre en el punto B, d metros después del punto A, la impedancia del alimentador contribuirá a limitar el valor del c.c.

Para simplificar el cálculo existen tablas que relacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

METODO SIMPLIFICADO DE CALCULO DE VALORES DE FALLA PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

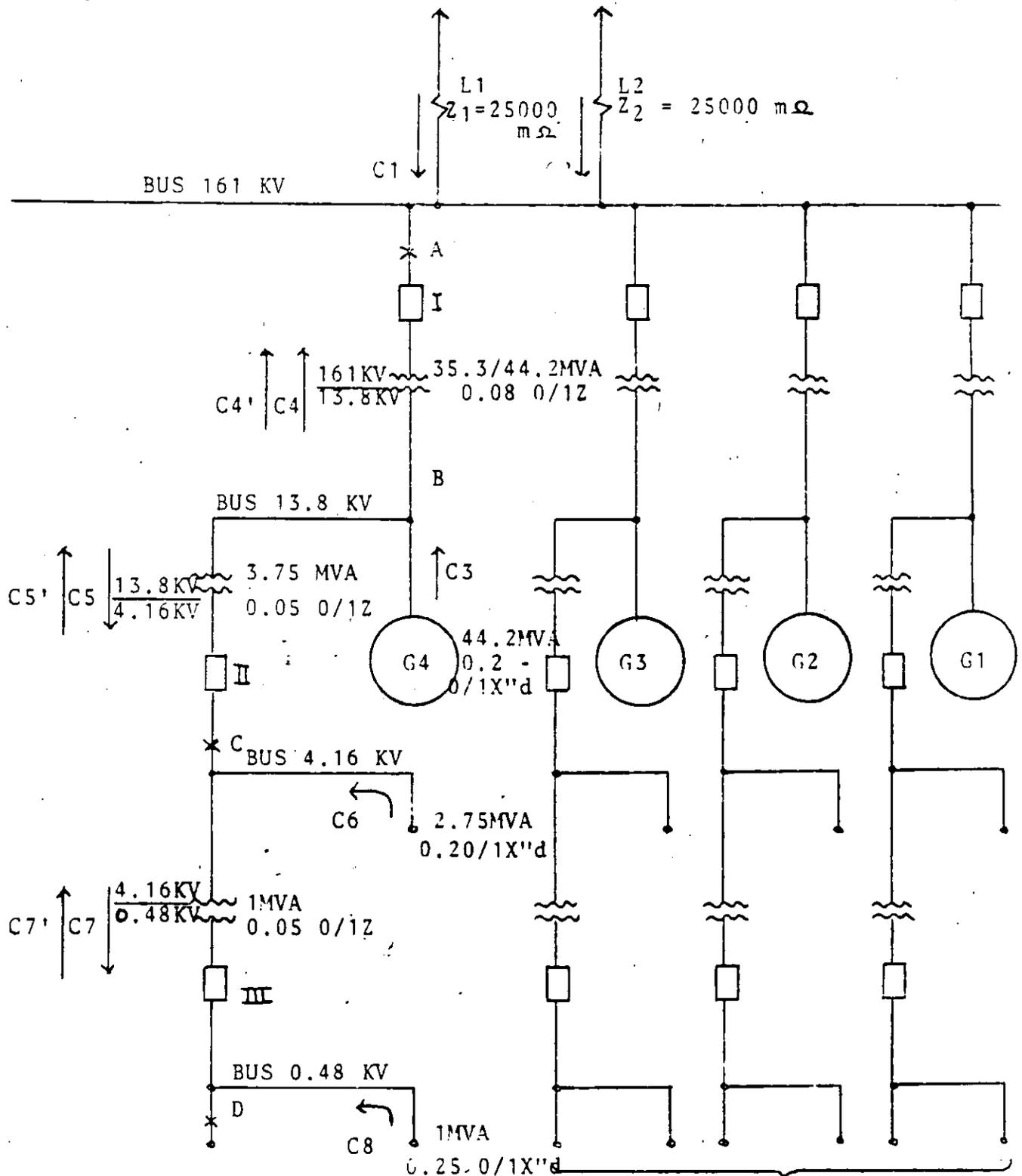
Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

Existen diferentes medios de determinar los niveles de falla -- mencionados en que se emplean diferentes aspectos de la tecnología matemática. Cuando se presenta el caso del cálculo de una falla trifásica en un sistema, es suficiente con conocer y emplear los elementos básicos de la matemática; los de la aritmética.

La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

Con objeto de tener un sistema con la mayor cantidad de elementos que nos puedan proporcionar suficientes puntos en diferentes niveles de tensión, pondremos como ejemplo el siguiente caso:

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO



SISTEMAS IGUALES AL No. 4

Fig. No. 1

UNIDADES A EMPLEAR:

Por comodidad, haremos uso de las unidades siguientes:

Potencia nominal de generadores, transformadores y motores en MVA.

Potencia de corto circuito en MVA.

Impedancias y reactancias transitoria y subtransitoria en por unidad.

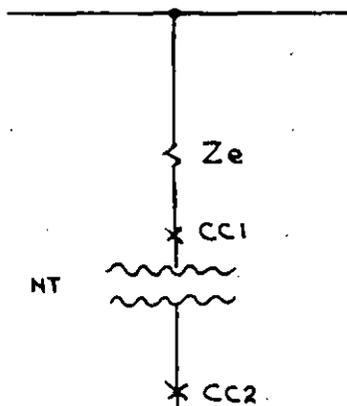
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.

Cuando ocurre una falla de corto circuito en un sistema, existen diferentes fuentes de contribución y diferentes medios de limitación de tal contribución:

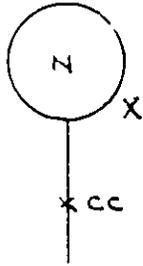
1.- RED ALIMENTADORA.



$$Z_e = \frac{NT}{CC1}$$

$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + Z_T}$$

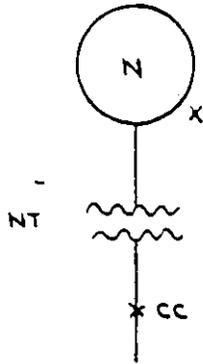
2.- EQUIPO ROTATORIO.



$$CC = \frac{N}{X}$$

-- (2)

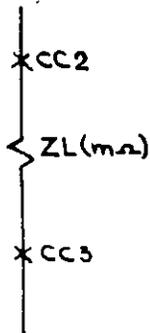
3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{NT}{N} + ZT} = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot X + ZT}$$

-- (3)

4.- LINEA SUMINISTRADORA O PASO POR REACTOR.



$$MVA = \frac{1000 KV^2}{ZL (m\Omega)}$$

$$CC3 = \frac{KV^2}{Ze + ZL} = \frac{KV^2}{\frac{KV^2}{CC2} + ZL} = \frac{1}{\frac{1}{CC2} + \frac{ZL}{1000KV^2}}$$

(4)

## CONSIDERACIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA FALLA.

Para el cálculo de una falla de corto circuito en una red, es necesario saber que es lo que se va a calcular:

- 1.- Valores momentáneos.
- 2.- Valores de interrupción.

Para poder observar más gráficamente esto, a continuación incluimos una gráfica tiempo-corriente del comportamiento de -- una máquina bajo condiciones de circuito corto.

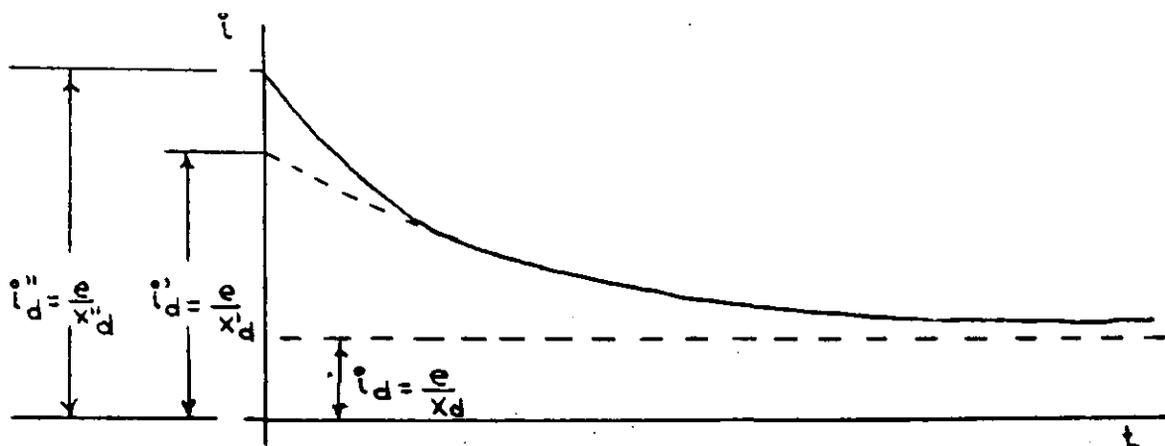


FIG. N°2

En la cual podemos observar la corta influencia de la componente subtransitoria ( $i''_d$ ), la más prolongada influencia de la -- transitoria ( $i'_d$ ) y la presencia constante de la componente es tática ( $i_d$ ) determinadas cada una por las reactancias subtransitoria ( $x''_d$ ), transitoria ( $x'_d$ ) y síncrona ( $x_d$ ) característica de cada máquina, todas de eje directo.

La gráfica anterior es cierta para máquinas síncronas, y para un motor de inducción debemos considerar una reactancia similar a la subtransitoria debido al flujo remanente pero no deben tomarse en cuenta la transitoria y síncrona ya que estos motores carecen de devanado de campo que las originen.

A modo de información mencionaremos que las reactancias síncronas son afectadas por el arreglo físico y dimensiones del acero en actividad como circuito magnético y cobre de rotor y estator; la reactancia transitoria es afectada en cierta proporción por las dimensiones de los polos del rotor; la reactancia subtransitoria y la de secuencia negativa son afectadas considerablemente por el arreglo físico del devanado amortiguador dentro del rotor; la reactancia de secuencia cero varía principalmente en función del paso de devanado empleado en el armadura y la reactancia síncrona lo hace principalmente en función de los factores de diseño de entrehierro y armadura.

Las reactancias de una máquina síncrona se calculan a partir de los parámetros de diseño de la misma y pueden ser probados empleando procedimientos de prueba aceptados. Generalmente se expresan en valores por ciento (%) o por unidad (0/1) basados en la capacidad nominal (N) de la máquina.

Podemos deducir, analizando las diferentes componentes de contribución que si necesitamos conocer los esfuerzos electromecánicos ocasionados por una falla es necesario tomar en cuenta las corrientes originadas por la reactancia subtransitoria subsecuentemente, si deseamos conocer un valor posterior para determinación de la capacidad interruptiva adecuada para un interruptor o fusible, es natural que entren en juego los conceptos de naturaleza de la máquina (si es generador, motor síncrono o de inducción) y la velocidad de apertura, para seleccionar el tipo de reactancia que se tendrá en consideración.

Para poder hacer una evaluación rápida de estos conceptos, incluimos a continuación una tabla que los agrupa, y que ha sido tomada de la página 99 de la publicación Electric Power -- Distribution for Industrial Plants (IEEE No. 141).

**Table 4.12**  
**Table of Multiplying Factors and Machine Reactances**  
**To be used for Calculating Short-Circuit Currents for Circuit Breaker, Fuse, and Motor Starter Applications**

Classification	Circuit Voltage	Location in System	Multi- plying Factor	Machine Reactances to Use		
				Generators Synchronous Converters Synchronous Condensers Frequency Changes	Synchronous Motors	Induction Motors
<b>*Power Circuit Breakers</b> .....				<i>Interrupting Duty</i>		
Eight cycle or slower (general case) .....	Above 600 v	Any place where symmetrical short-circuit kva is less than 500 Mva	xx1.0	Subtransient	Transient	Neglect
Five cycle .....	Above 600 v		xx1.1	Subtransient	Transient	Neglect
.....				<i>Momentary Duty</i>		
General case .....	Above 600 v	Near generating station	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv .....	601 to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage Fuses</b> .....				<i>Maximum kms Ampere Interrupting Duty</i>		
All types, including all-current-limiting fuses .....	Above 600 v	Anywhere in system Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only .....	601 to 15 kv		1.2	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage, Fused Motor Starters</b> .....				<i>Maximum kms Ampere Interrupting Duty</i>		
All horsepower ratings .....	2400 & 4160 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Medium-Voltage Motor Starters</b> .....				<i>Interrupting Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.0	Subtransient	Transient	Neglect
.....				<i>Momentary Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Circuit breaker or contactor type .....	601 v to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
<b>Apparatus, 600 Volts and Below</b> .....				<i>Interrupting or Momentary Duty</i>		
Low-Voltage power molded case circuit breakers, or 1-v fuses .....	600 v or less	Anywhere in system	†1.0	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Low-Voltage motor starters (with fuses or molded case breakers) .....	600 v	Anywhere in system	†1.25	Subtransient	Subtransient	Subtransient

\* Revisions to ASA C37.10 have been proposed (References 8, 9). These revisions eliminates the use of these multiplying factors in applying power circuit breakers.

\*\*These factors are increased to 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 mva and the system is fed predominantly by generators or through current-limiting reactors.

† Fuses which operate in under 0.004 second have a multiplying factor of 1.4 to 1.6.

Un exámen rápido de esta tabla, nos arroja los siguientes resultados:

- 1.- Siempre se tomará como base la reactancia subtransitoria de generadores, convertidores síncronos, condensadores síncronos y cambiadores de frecuencia, para cálculo de valores momentáneo o de interrupción.
- 2.- Lo anterior es aplicable para motores síncronos excepto para interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción en que se emplea la reactancia transitoria.
- 3.- En motores de inducción se tomará siempre el valor de la reactancia subtransitoria y su contribución es cero en interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción.

Naturalmente que los valores  $x''d$  ó  $x'd$  para la tabla anterior deben ser tomados de los datos de diseño del fabricante correspondiente, sin embargo, para efectos de aproximación podemos proporcionar los siguientes valores:

TABLA NUMERO 2

	x'd (0/1)	x'd (0/1)
GENERADORES DE TURBINA:		
2 polos	0.09	0.15
4 polos	0.15	0.23
GENERADORES DE POLOS SALIENTES CON DEVANADO AMORTIGUADOR:		
12 polos o menos	0.16	0.33
14 polos o más	0.21	0.33
MOTORES SINCRONOS:		
6 polos	0.15	0.23
8-14 polos	0.20	0.30
grupos en 600 V o menos	0.25	0.33
más de 600 V	0.15	0.25
CONDENSADORES SINCRONOS:	0.24	0.37
CONVERTIDORES SINCRONOS:		
600 V en C.D.	0.20	-
250 V en C.A.	0.33	-
MOTORES DE INDUCCION:		
grandes (1)	0.25	-
grupos en 600 V o menos	0.25	
más de 600 V	0.2	

## RELACION DE FORMULAS DE TRANSFORMACION

$$\%Z = \frac{Z(\Omega) \times KVAb}{10KV^2} = \frac{100 \times KVAb}{1.73 \times I_{cc} \times KV} = 100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(\%Z) \times KV^2}{KVAb}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(KVAb_2) = \frac{KVAb_2}{KVAb_1} \times Z(KVAb_1)$$

$$KVAcc = \frac{100 (KVAb)}{\%Z} = \frac{1000 KV^2}{Z(\Omega)} = 1.73 (KV) I_{cc}$$

$$I_{cc} = \frac{100 (KVAb)}{1.73 \times \%Z \times KV} = \frac{E}{1.73 \times Z \text{ línea } (\Omega)}$$

## SISTEMA DE CALCULO

PASO NUMERO 1.- Obtención de un diagrama unifilar. Es necesario incluir como se puede observar en la figura número 1:

- A.- Línea o líneas conectadas o en su defecto, sistema equivalente incluyendo impedancia o potencia de falla en MVA.
- B.- Unidades generadoras incluyendo capacidad nominal en MVA y reactancia subtransitoria en 0/1.
- C.- Transformadores incluyendo capacidades en MVA, impedancia en 0/1 así como relaciones de transformación.
- D.- Carga conectada mencionando su naturaleza, capacidad nominal en MVA y reactancias subtransitoria y transitoria en caso de aplicarse esta. En este punto podemos realizar una gran simplificación sin mucho sacrificio de la exactitud de los resultados si consideramos que todas las máquinas conectadas a la red contribuirán a la falla por una corriente que estará siempre limitada exclusivamente por la reactancia subtransitoria independientemente del tipo de máquina y valor (interrupción o momentáneo) que calculemos haciendo una única excepción en el renglón de valor de interrupción en arrancadores en tensión media ya que aquí se puede dejar fuera la contribución de motores de inducción.

PASO NUMERO 2.- Determinación de las constantes de contribución y de las potencias de falla.

Se realiza una determinación independiente de cada una de las constantes de contribución.

Tomando como base los datos de la figura número 1.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ KV}^2}{ZL (\dots \Omega)} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''_d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''_d + ZT \ 1/0} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2705.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - C4' = 2547.26 \text{ MVA} \text{ (falla CCA equivalente para cálculos derivados ya que } C4 \text{ no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCA'} + ZT0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''_d + ZT \ 0/1} = \frac{2.75}{\frac{2.75}{2.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 8.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{1} \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

o sea en amperes:

$$CCD = \frac{20.05 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.48} = 24116 \text{ amperes.}$$

Habiendo determinado los niveles de falla en cada punto señalado, es posible especificar el valor momentáneo directamente de CCA, CCB y CCC y CCD, más para determinación de capacidades interruptivas de interruptores se requiere realizar diferencias como sigue:

Para el interruptor I, sometido a dos fuentes de contribución

$$C1 + C2 = 20.73.68 \text{ MVA y } CC4^1 = 454.02 \text{ MVA}$$

Es natural que preferimos optar por basarnos en la mayor para especificar capacidad de interrupción.

Para II:  $C5 = 67.5 \text{ MVA}$  o bien  $C6 + C7' = 17.08 \text{ MVA}$

optamos por C5

Para III:  $C7 = 16.05 \text{ MVA}$  o bien  $C8 = 4 \text{ MVA}$

optamos por C7

Sin embargo en el caso de II y III podemos especificar.

Para II:  $C5 + C6 + C7 = 84.58 \text{ MVA}$

Para III:  $C7 + C8 = 20.05 \text{ MVA}$

Ya que cualquier interruptor derivado del bus principal en - 4.16 KV ó 480 V, tendrá prácticamente una capacidad interruptiva de este nivel.

## FALLAS A DISTANCIA

Todas las fallas estimadas han sido hechas sin tomar en cuenta la impedancia del cable, es decir, han sido calculadas en las terminales; cuando se requiere calcular una falla a una distancia determinada, es necesario hacer uso de la fórmula número 4.

Pongamos por ejemplo, derivado del bus de 480 V, un circuito - como sigue:

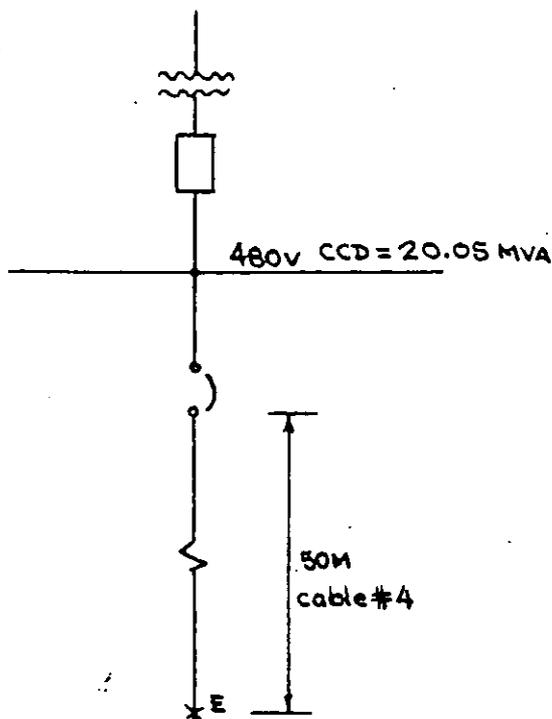


Fig. No. 3

y deseamos calcular la falla en E que es un punto a 50 m. de - un circuito trifásico alimentado por cable aislado en ducto metálico.

A continuación incluimos una tabla en que se puede determinar la impedancia de una línea en tales circunstancias para casos de línea aérea, es necesario emplear la formulación y técnica necesaria para obtención de la impedancia.

TABLA NUMERO 3

CALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
Zc(mΩ/m)	8.37	5.43	3.35	2.14	1.39	0.867	.517	.347	.272	.232	.191	.179	.162	.1445	.133	.1155

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$Z_L = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ m}\Omega$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{Z_L}{1000 \text{ KV}^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

$$\text{o sea en amperes: } CCE = \frac{4.202 \times 1000}{\sqrt{3} \times .48} = 5054 \text{ amperes.}$$

## CAIDA DE TENSION DEBIDA AL ARRANQUE DE UN MOTOR

Habiendo obtenido el nivel de falla en un punto determinado, podemos estimar nuestra caída de tensión al arranque de un motor en tal punto; para esto es necesario conocer solamente los MVA de arranque del motor o en su defecto, la letra NEMA de código correspondiente.

Pongamos por ejemplo complementario del caso anterior el siguiente:

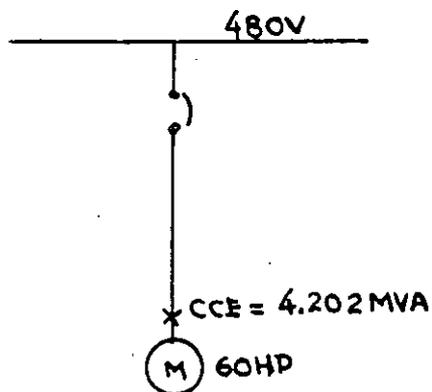


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caída de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times \text{MVA}_A}{\text{MVA} + \text{CCA}}$$

Donde  $\text{MVA}_A$  = Potencia de arranque en MVA.

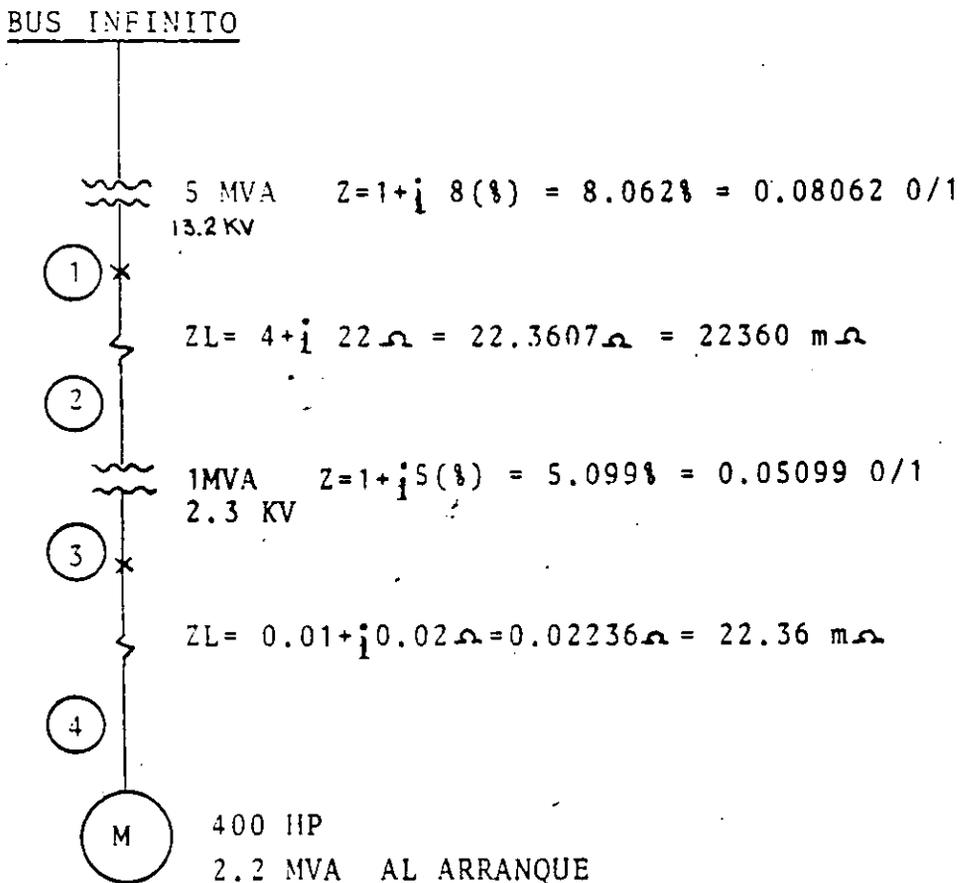
Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces;  $MVA = 0.0056 \times 60 = 0.336$

Substituyendo:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

He aquí la utilidad del empleo de un método sumamente sencillo para estimación de factores comunes en la práctica diaria.

Ahora pondremos finalmente el siguiente caso para su resolución por medio del método simplificado expuesto aquí.



En este caso se pide calcular la caída de tensión al arranque del motor; con nuestro método es suficiente con aplicar cinco fórmulas:

$$1.- \text{CC1} = \frac{5}{0.0862 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- \text{CC2} = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- \text{CC3} = \frac{1}{0.0599 + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- \text{CC4} = \frac{1}{\frac{1}{5.1167} + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.008 \text{ MVA}$$

$$5.- \text{CDT} = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.008} = 30.52\%$$

TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE  
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES

Capacidad del transformador KVA	208 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amps. Carga plena	Corto Max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO	Amps. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	525	15,650	25H-2			
300	615	20,900	25H-2			
450	1250	31,300	25H-2	330	14,750	25H-2
600	1660	41,700	50H-2	390	19,750	50H-2
750	2180	52,000	65H-2	385	24,600	50H-2
1000	2730	69,500	75H-2	1110	32,800	50H-2
1500	4180	104,000	90H-2	1970	48,200	65H-2
2000				2520	65,500	75H-2
3000				3940	96,400	100H-2
4000						

NOTA: Las corrientes de corto circuito estan basadas en un 5% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro limitado en primario y factor de potencia promedio en las tres fases, de 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplique los valores a 208 V por 1.95.

CALCULO DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES  
TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA EN SISTEMAS DE  
BAJO VOLTAJE DE C. A.

CORRIENTE DE FALLA DISPONIBLE (AMPERES SIMETRICOS RCM) 440 VOLTS

Capacidad KVA del transformador	Calibre del conductor por fase	Distancia desde el transformador al punto de falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	5,426	5,372	5,317	5,236	4,921	4,542	3,685	2,230	1,305
	No. 0	5,426	5,385	5,344	5,275	5,195	4,991	4,569	3,536	2,516
	250 MCM	5,426	5,399	5,372	5,317	5,249	5,140	4,868	4,188	3,304
	2-250 MCM	5,426	5,412	5,399	5,358	5,317	5,208	5,113	4,732	4,216
225	No. 4	8,132	8,051	7,983	7,806	7,208	6,269	4,760	2,555	1,373
	No. 0	8,132	8,078	8,024	7,956	7,670	7,208	6,392	4,460	2,356
	250 MCM	8,132	8,092	8,051	8,010	7,833	7,548	7,004	5,684	4,202
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,064	7,969	7,820	7,534	6,691	5,630
	2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,283
300	No. 4	10,866	10,716	10,608	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,423
	No. 0	10,866	10,771	10,716	10,526	10,036	9,248	7,888	5,086	3,128
	250 MCM	10,866	10,798	10,757	10,608	10,336	9,792	8,894	6,800	4,760
	2-250 MCM	10,866	10,825	10,798	10,676	10,553	10,308	9,792	8,432	6,800
	2-500 MCM	10,866	10,852	10,825	10,741	10,662	10,472	10,064	8,976	7,616
500	No. 4	17,992	17,680	17,272	16,320	13,572	9,960	6,256	2,720	1,360
	No. 0	17,992	17,816	17,625	17,136	15,776	13,844	10,472	5,712	3,254
	250 MCM	17,992	17,856	17,816	17,571	16,728	15,368	13,124	8,704	5,712
	2-250 MCM	17,992	17,911	17,856	17,761	17,299	16,428	15,232	12,240	8,948
	2-500 MCM	17,992	17,952	17,911	17,843	17,516	17,000	15,912	13,328	10,404
750	No. 4	22,249	21,896	21,420	20,128	16,048	11,152	6,800	2,992	1,427
	No. 0	22,249	22,032	21,760	21,148	19,312	16,320	11,832	6,528	3,468
	250 MCM	22,249	22,100	21,396	21,495	20,332	18,224	15,232	9,656	5,848
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,964	21,750	21,216	20,128	18,088	13,972	9,928
	2-500 MCM	22,249	22,236	22,032	21,828	21,488	20,672	19,040	15,504	11,832
1,000	No. 4	29,580	28,596	27,540	25,160	18,768	12,240	6,800	2,992	1,532
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,528	3,318
	250 MCM	29,580	29,325	28,832	28,220	26,248	22,984	18,224	10,880	6,392
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,848	16,320	11,152
	2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	13,600
1,500	No. 4	43,588	41,548	39,032	34,340	22,168	13,056	7,208	3,128	1,632
	No. 0	43,588	42,500	40,120	39,168	32,268	23,800	14,688	6,528	3,400
	250 MCM	43,588	42,840	41,883	40,523	36,176	30,260	22,168	11,968	6,528
	2-250 MCM	43,588	43,248	42,840	42,160	39,712	36,176	32,008	19,448	11,968
	2-500 MCM	43,588	43,384	42,840	42,432	40,523	37,536	39,440	23,392	15,640
2,000	No. 4	57,392	53,992	49,368	40,800	23,564	13,600	6,936	2,956	1,632
	No. 0	57,392	55,624	53,720	48,960	37,808	25,840	15,640	6,800	3,536
	250 MCM	57,392	56,168	54,468	51,816	44,744	35,360	24,480	12,376	6,800
	2-250 MCM	57,392	56,712	55,760	54,400	50,184	43,792	35,224	21,488	12,512
	2-500 MCM	57,392	57,120	56,168	55,216	51,816	46,512	39,168	25,656	17,000

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores máximos disponibles rcm simétricos, basados en transformadores llenos de liquido aislante, con impedancias nominales de 4-1/2 % para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 % para capacidades arriba de 500 KVA, e incluye la contribución por motores basada en una carga de 100 % por motores.

FORMULAS UTILES PARA DETERMINAR LOS AMPERES, LOS CABALLOS DE FUERZA, LOS KILOWATTS Y K.V.A.

Para encontrar	Corriente directa	CORRIENTE ALTERNA		
		Una fase	2 fases, 4 hilos	Tres fases
Ampères cuando se conocen los Caballos de Fuerza (H.P.)	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.}}$	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{2 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$
Ampères cuando se conocen los K.W.	$\frac{K.W. \times 1000}{E}$	$\frac{K.W. \times 1000}{E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{2 \times E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{1.73 \times E \times F.P.}$
Ampères cuando se conocen los K.V.A.		$\frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{2 \times E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{1.73 \times E}$
Kilowatts	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2 \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times F.P.}{1000}$
K.V.A.		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
H.P. con la flecha del motor	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.}}{746}$	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$

I — Amperes. o/o ef. — o/o de eficiencia K.W. — Kilowatts H.P. — Caballos de fuerza.  
 E — Volts. F.P. — Factor de Potencia K.V.A. — Kilo-Volt-Amperes.

CALCULOS DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE C. A.

Corriente de falla disponible (amperes simétricos rmc) 220 volts.

Capacidad del transformador KVA	Calibre del conductor por fase	Distancia del transformador al punto de la falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	10.925	10.165	9.500	8.076	5.300	3.040	1.645	648	332
	No. 0	10.925	10.564	10.212	9.547	7.666	5.557	3.384	1.539	817
	250 MCM	10.925	10.735	10.497	10.022	8.787	7.220	5.217	2.850	1.520
	2-250 MCM	10.925	10.830	10.687	10.497	9.785	8.778	7.144	4.579	2.850
225	No. 4	16.350	16.915	13.252	11.400	5.795	3.230	1.692	712	380
	No. 0	16.350	15.628	14.820	13.395	9.880	6.412	3.384	1.615	855
	250 MCM	16.350	15.865	15.390	14.440	11.970	9.262	6.110	6.175	1.615
	2-250 MCM	16.350	16.150	15.865	15.390	13.965	12.065	9.024	5.320	3.087
300	2-500 MCM	16.350	16.245	16.055	15.675	14.535	13.015	10.622	6.840	4.275
	No. 4	21.850	19.380	16.245	11.970	6.175	3.325	1.692	712	380
	No. 0	21.850	20.520	19.190	16.625	13.252	7.600	3.760	1.662	855
	250 MCM	21.850	20.995	20.140	18.525	14.535	11.590	6.862	5.700	3.135
500	2-250 MCM	21.850	21.375	20.900	20.140	17.575	14.535	10.522	7.505	4.322
	2-500 MCM	21.850	21.612	21.327	20.615	18.575	15.960	12.502		
	No. 4	36.290	29.260	22.800	14.630	6.555	3.325	1.692	760	380
	No. 0	36.290	32.680	28.880	22.800	13.490	7.600	3.760	1.710	950
750	250 MCM	36.290	32.200	32.110	27.930	19.095	12.920	7.520	3.230	1.710
	2-250 MCM	36.290	35.055	33.915	31.635	25.650	19.095	12.408	6.080	3.325
	2-500 MCM	36.290	35.530	34.675	32.870	27.930	22.610	16.150	8.550	4.750
	No. 4	44.840	34.010	24.700	15.200	6.555	3.230	1.598	760	380
1,000	No. 0	44.840	39.805	34.485	25.935	14.060	7.600	3.854	1.710	950
	250 MCM	44.840	41.420	38.000	32.585	21.850	13.300	7.520	3.230	1.710
	2-250 MCM	44.840	42.845	41.135	38.000	30.115	21.660	13.536	6.080	3.325
	2-500 MCM	44.840	43.605	42.085	38.000	32.870	25.650	17.202	8.740	4.750
1,500	No. 4	59.565	40.850	27.645	16.150	7.410	3.515	1.692	665	380
	No. 0	59.565	50.825	42.085	29.640	15.200	8.075	4.136	1.710	902
	250 MCM	59.565	53.770	48.450	39.900	24.700	15.15	8.272	3.230	1.776
	2-250 MCM	59.565	56.905	53.485	47.880	35.910	24.605	14.570	6.555	3.325
2,000	2-500 MCM	59.565	58.710	55.290	51.965	40.280	29.925	19.740	9.500	3.135
	No. 4	87.780	50.350	31.350	17.195	7.410	3.705	1.880	760	570
	No. 0	87.780	69.825	54.150	34.675	16.910	8.740	4.324	1.900	950
	250 MCM	87.780	76.000	66.025	49.400	28.500	16.530	8.048	3.610	1.900
2,000	2-250 MCM	87.780	81.415	75.525	65.075	43.700	28.500	16.544	6.650	3.610
	2-500 MCM	87.780	83.600	78.850	70.300	54.150	36.100	22.372	10.450	5.700
	No. 4	115.710	55.100	32.110	17.290	6.840	3.610	1.692	570	760
	No. 0	115.710	83.600	60.515	36.100	16.140	8.360	3.948	1.710	1.710
2,000	250 MCM	115.710	95.190	79.610	57.000	29.450	16.150	7.990	3.040	3.325
	2-250 MCM	115.710	105.260	95.475	78.850	47.500	28.500	1.598	6.460	4.750
	2-500 MCM	115.710	108.490	100.700	86.450	58.900	38.000	22.466	9.500	

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores simétricos rmc máximos disponibles, basados en transformadores llenos de líquido, con impedancias nominales de 4-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e inclusive la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o de motores.

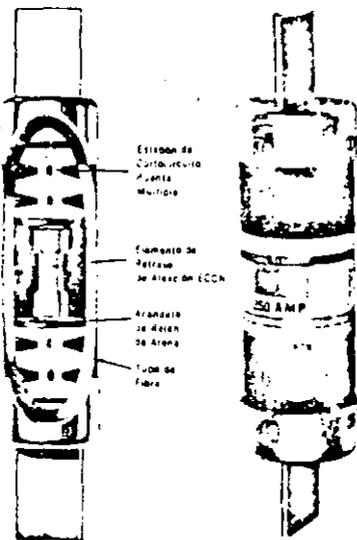
## Fusibles de Baja Tensión

**Fusibles de Cartucho de doble elemento** - Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes (r.m.s. c.a.), de capacidad interruptiva. Son fusibles limitadores de energía con una dilación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 o/o de su capacidad. Cuando se usan en circuitos de motores reducen al mínimo su operación debido a las corrientes de arranque y en algunos casos permite el uso de interruptores más pequeños. Es el fusible ideal para aplicación en instalaciones de servicio general.

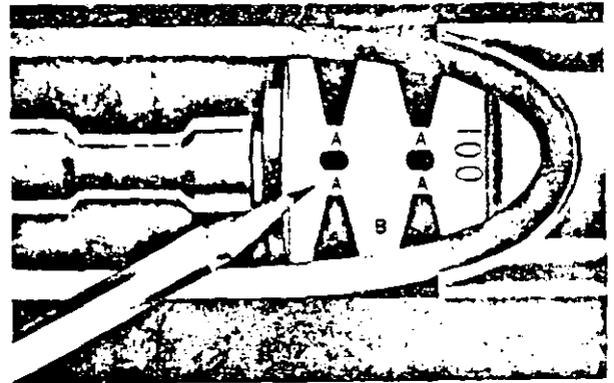
Amperes	250 VOLTS.			500 VOLTS.				
	Catálogo No.	Precio Unitario		Caja de	Catálogo No.	Precio Unitario		
		PUBLICO	\$ 1000.00 o mas			PUBLICO	\$ 1000.00 o mas	
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	Símbolo del catálogo "ECON" seguido por los amperes	11.00	9.50	10	Símbolo del catálogo "ECS" seguido por los amperes	25.00	21.00	10
35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100						40.50	37.00	10
110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400						44.50	42.00	5
450, 500, 600	97.00	90.00	1	169.00	157.50	1		
	126.00	165.00	1	339.00	321.00	1		
	268.00	248.00	1		457.00	1		

Tipo "Peruta" (casquillo), 60 amp. y menos. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.

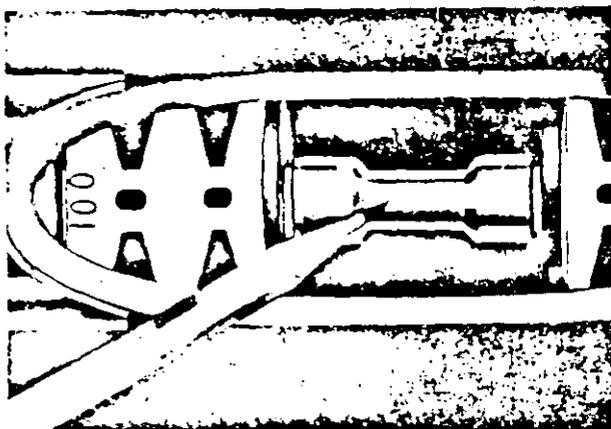
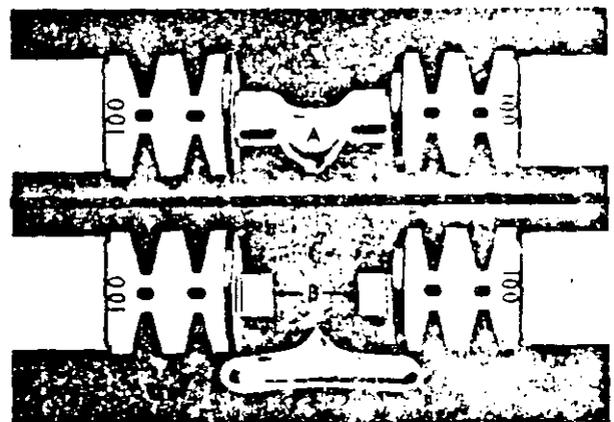
Para información detallada, soliciten las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



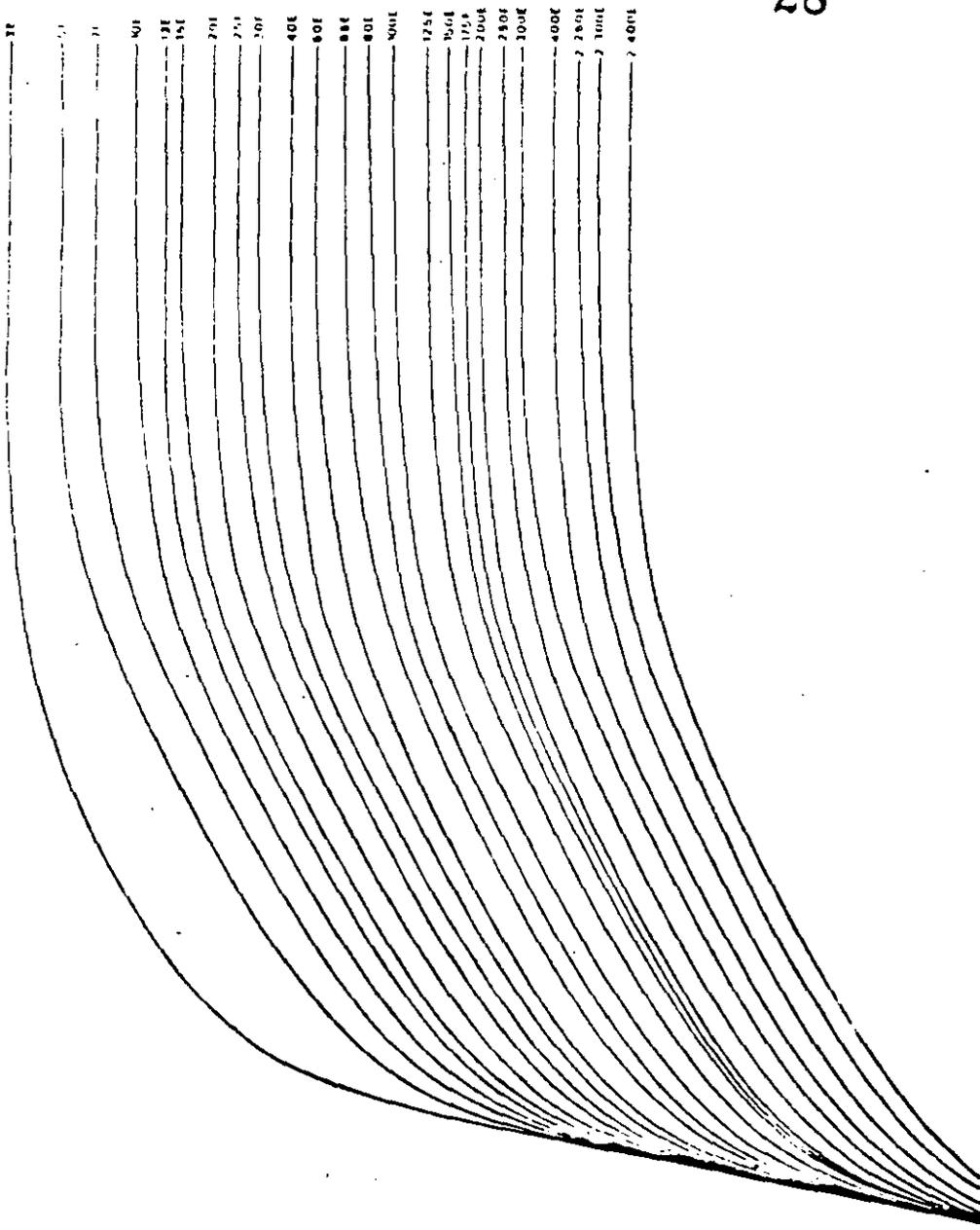
Acción instantánea en corto circuitos. Los estabones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las gargantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que se determinan de antemano, la aleación Econ (A) cambia instantáneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCIÓN: LA DISTANCIA (entre hierro) MUY GRANDE (B) PROPORCIONAN UN "CORTE SEGURO" DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.



Retraso en sobrecargas momentáneas e inofensivas. El elemento térmico de la exclusiva aleación ECON absorbe sobrecargas inofensivas hasta 500 o/o... el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias... evita tiempos perdidos.



**TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES**

**SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED**

**BASIS** - These refill units are tested in accordance with the procedures described in USASI Standard Specifications for Power Fuses and Fuse Links, including Specification C37.46-1982, in accordance with these practices, curves are based on tests carried out with the refill unit at an ambient temperature of 25°C and no initial load and maximum melting current is not less than 200% of rated unit ampere rating.

**CONSTRUCTION** - Fusible elements for refill units rated 36 through 75 amperes are nickel-chrome, under controlled tension fusible elements for refill units rated 100 through 600 amperes are silver, heavily coated. All are of standard construction.

**TOLERANCES** - Curves are plotted to maximum test points. All variables are marked.

**APPLICATION** - Refill units having non-ductile or other brittle construction are not subject to damage by aging or fatigue and therefore, hence it is unnecessary to remove untested refill units in single-phase or three-phase applications when one or more refill units have blown.

**COORDINATION** - These curves represent the total time required for a refill unit to melt and interrupt a fault current, and should be followed in coordination problems where fuses are subject to "protecting" devices.

Any protective device clearing time. This is especially true for fuses which melt at current values appreciably less than 200% of rating. Although the rated units represented by these curves do not fall in this category, the reduction for protective devices determined from Data Bulletin 208-7) and instructions made in the minimum melting curve of the "protected" fuse.

1. When clear coordination is required.
2. When, regardless of the progress of coordination, the rated unit is subjected to temporary overload.

There are cases where the coordination requirements may be very exacting, for example, in coordinating a transformer primary fuse with a secondary breaker and a main line breaker. The time interval between the operating characteristics of the fuse links are very narrow. Under these circumstances there must be an extremely short time interval between the minimum melting and the total clearing characteristics of the fuse.

The refill units represented by these curves possess the short time interval feature and - having a homogeneous fusible element of special construction - they require:

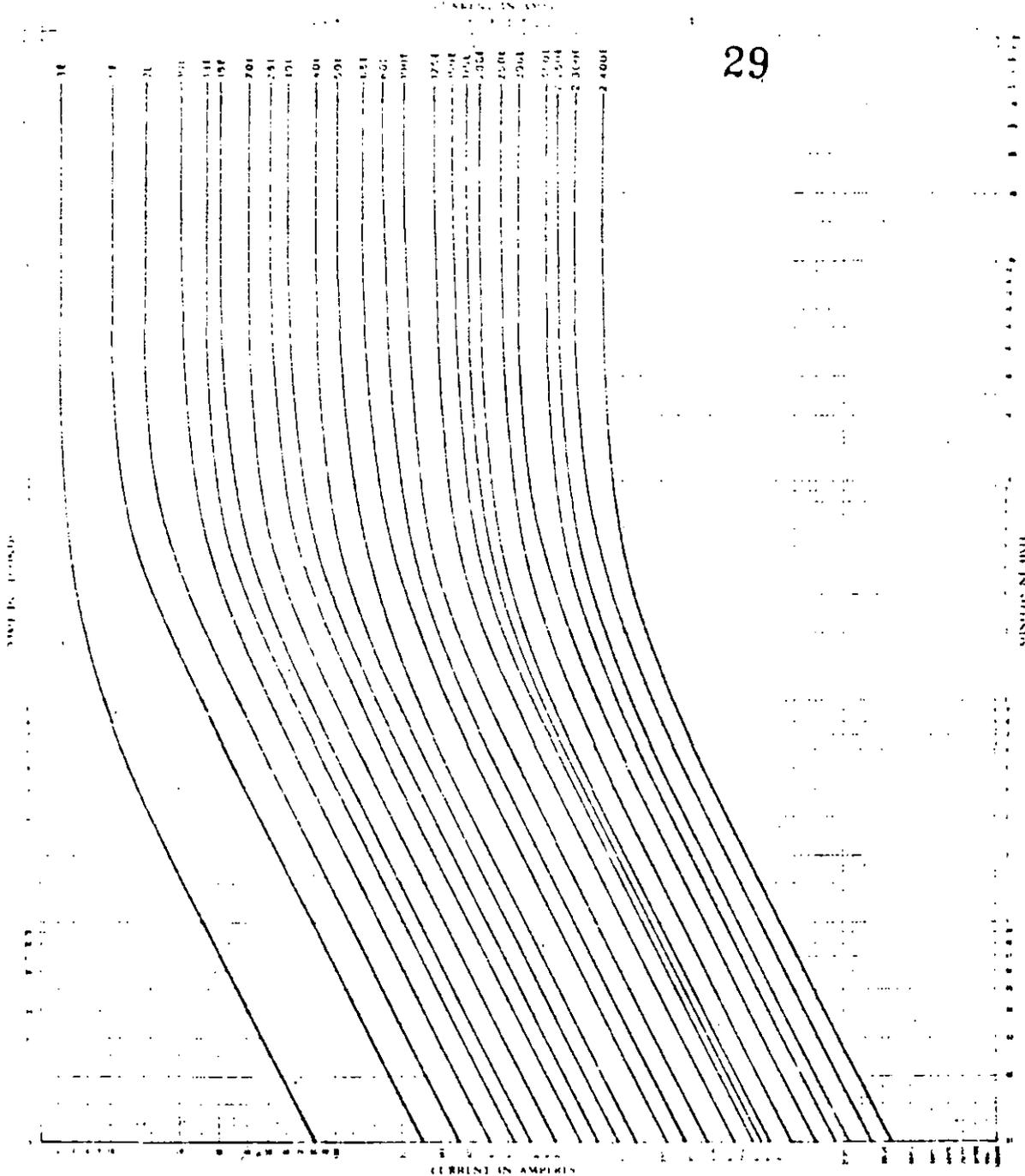
1. As little as 10% over response in minimum melting current - compared to the 20% tolerance of many fuses 100% and 60% respectively in terms of time.
2. No "safety zone" or "attack atmosphere."

Sometimes a special ampere rating will fail to meet the coordination requirements in any instance, even in the case the selection of a higher ampere rating usually will satisfy all requirements.

Do not assume that some other "steep" speed, "wide-open" speed, or "high-current" speed unit better meets a coordination purpose than the use of a higher ampere rating of the SMC fuse system. Such other speeds have longer production tolerances (less 20% in current; plus 40% in terms of time) in addition they also require the use of "safety zone" or "attack atmosphere." The selection of these two factors will give a time interval between the melting and total clearing curves greater than in the case of SMC speed system.

**REFILL UNITS AVAILABLE:**

Refill Unit	Its Rated Rating	Ampere Rating
SM-4	7.5 and 14.4	36 through 7000
SM-5	4.16 through 14.4	28 through 6000



**MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES**

**SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED**

**BASIS** - These refill units are tested in accordance with the procedures described in USASI Standard Specification for Power Fuses and Fuse Disconnecting Switches, G31 46 7862 in accordance with these standards, curves are based on test melting with the refill unit at an ambient temperature of 25°C and no initial load. Also, minimum melting current is not less than 200% of refill unit ampere rating.

**CONSTRUCTION** - Fusible elements for refill units rated 3E through 7E ampere are zinc-chrome, under controlled tension; fusible elements for refill units rated 10E through 400E ampere are silver, hermetically sealed. All are of open-end construction.

**TOLERANCES** - Curves are plotted to minimum test points. Maximum variations in current values are:  
 Plus 10% for 10E through 400E ampere ratings.  
 Plus 15% for 3E and 7E ampere ratings.  
 Plus 20% for 3E ampere rating.

**APPLICATION** - Refill units having zinc-chrome or silver element construction are not subject to damage by aging or transient overcurrents. Hence it is unnecessary to replace unit when there is a suspension of three-phase voltages when one or more refill units have blown.

**COORDINATION** - Any prospective minimum melting time. This is required for the fuse when rated at current values approximately less than 200% of rating. Although the refill units represented by these curves do not fall in this category, the reduction for unloading must be determined (see Data Bulletin 208-21 and corrections made in the above curve):  
 1. When close coordination is required;  
 2. When, regardless of the presence of coordination, the refill unit is subjected to temporary overloads.

There are cases where the coordination requirements may be very exacting, for example, in coordinating a transformer primary fuse with a secondary breaker and a main line breaker. The time interval between the opening characteristic of the two breakers may be very critical. Under these circumstances there must be an extremely short time interval between the minimum melting and the total clearing characteristics of the fuse.

The refill units represented by these curves possess the short time interval feature, and - having a nonmagnetic fusible element of low arc resistance - they require:  
 1. As little as 10% total resistance at minimum melting current - compared to the 70% resistance of many fuses; 20% and 40% respectively in terms of length;  
 2. No "safety zone" or arcing phenomenon.

The narrow time band normally will provide the desired coordination of the selected standard Speed refill unit that best meet the coordination requirements, check to see if the time ampere rating in the Slow Speed unit safety.

Sometimes a selected ampere rating will fail to meet the coordination requirements if any over-current speed in the case the operation of a higher ampere rating safety will satisfy all requirements.

Do not assume that other "time-lag" speed, "super-slow" speed, or "high surge" speed will better resolve a coordination impasse than the use of a higher ampere rating in the 5&C speed edition. Such other speeds have longer clearing times which take 20% in current plus 40% in terms of length. In addition they also require the use of "safety zone" or arcing phenomenon. The application of these two factors will give a time interval between the melting and total clearing curves greater than in the case of 5&C speed edition.

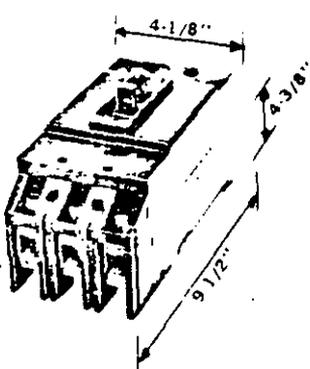
**REFILL UNITS AVAILABLE:**

Refill Unit	Its Name Rating	Ampere Rating
3E-4	3E	3E through 2100E
5E-5	5E	5E through 144E
3E-5	3E and 14.5	3E through 400E

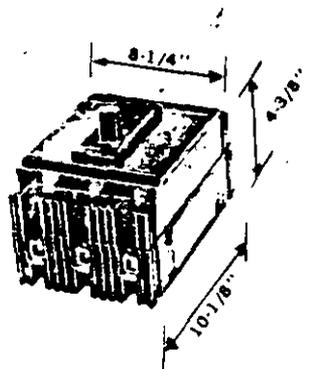
Tabla de Selección

Características de los Interrupedores Termomagnéticos

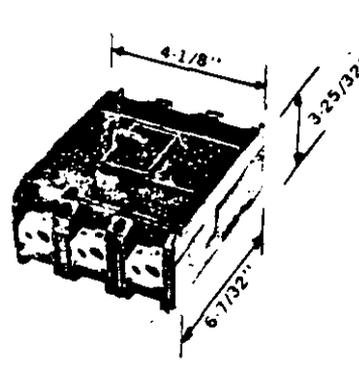
Marco	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Polos	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V	480V	600V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Mín.	Máx.
NEF-R	15-100	480	250	2.3	20M (18M)	15-M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NFJ-R	70-225	600	250	2.3	25M (22M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
NJL-R	70-500	600	250	2.3	50M (42M)	35 M (30M)	25 M (22M)	20M	70-225	No. 4	600MCM
									250-300	No. 4	600 MCM
									350-500	1 { No. 2/0 No. 4	1 { 500 MCM 250 MCM
NM-R	125-1000	600	250	2.3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	125-350	No. 1	600-MCM
									400-600	2-No. 3/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	3-500 MCM



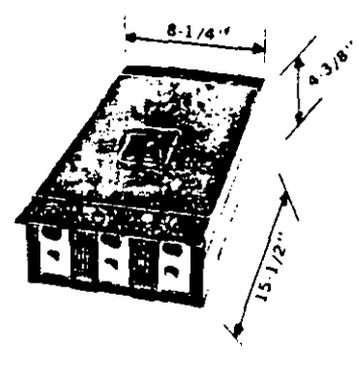
NFJ-R



NEF-R



NJL-R

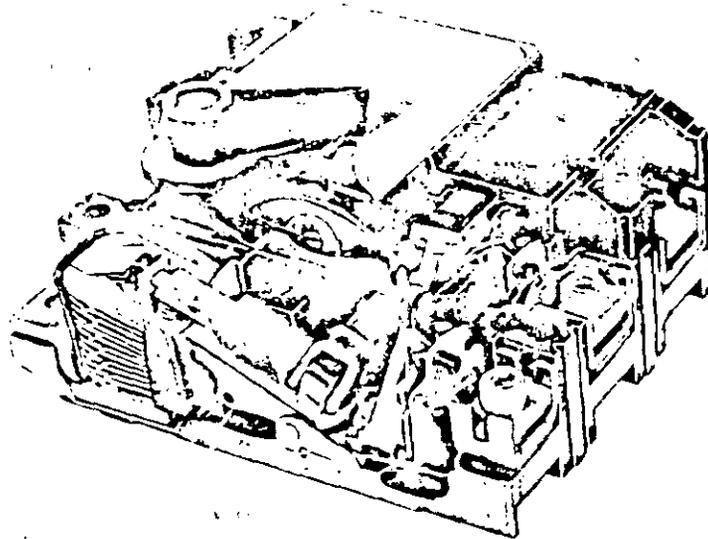


NM-R

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva



Corte del interruptor  
N.J.L. de manija rotatoria.

Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada de la Federal Pacific están diseñados para protección de sistemas de distribución de baja tensión. Estos interruptores industriales son adecuados como interruptores principales y para protección de circuitos ramales y de alimentación, así como de los aparatos conectados a ellos. Ofrecen protección contra sobrecarga para los conductores y protección contra cortocircuito para todos los elementos del circuito tales como conductores, motores y arrancadores y se ofrecen en construcción de manija rotatoria.

Los interruptores en caja moldeada se usan en tableros del tipo panel, tableros de distribución, centros de control, reóstatos de arranque para motores, combinaciones de arrancador-interruptor, y unidades de enchufar en electroducto. En estos diversos tipos de dispositivos, los interruptores cumplen con todos los requisitos que se exigen en los circuitos de distribución de luz y fuerza. Se han diseñado primordialmente para protección de los conductores. Aunque los interruptores industriales pueden usarse para otros objetos distintos de la protección de conductores, recomendamos que se piense cuidadosamente sobre el caso antes de usarlos para otro objeto.

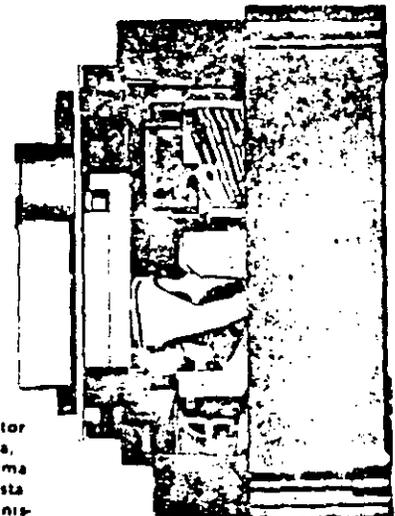
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES EN CAJA MOLDEADA.

La información descriptiva y los datos técnicos de este boletín se aplican primordialmente a los interruptores normales en caja moldeada de la Clase 1410 —que son los que se usan con más frecuencia en sistemas de distribución. Sin embargo, cuando se requieren capacidades muy altas de interrupción (se puede disponer, de la línea "H" de F.P.E.M. de los interruptores con las mismas características mecánicas, tamaños y capacidades de corriente de los interruptores normales.

## INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA, DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA LINEA "H".

Los interruptores de la línea "H", Clase 1420, se destacan porque ofrecen alta capacidad interruptiva a una fracción del costo de métodos convencionales de interrupción, tales como interruptores en aire, blindados, transformadores de alta impedancia y reactores limitadores de corriente. Además de ser de un costo reducido, como dispositivos de alta interrupción.



Corte del interruptor  
de manija rotatoria,  
mostrando la forma  
en que la manija está  
conectada al mecanismo.

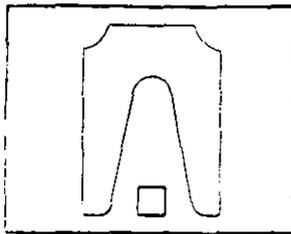
# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

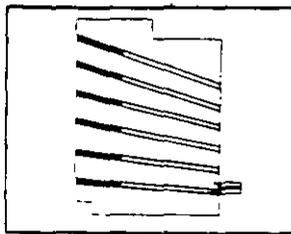
Hoja descriptiva

Principio de ionizante de la cámara de arco.

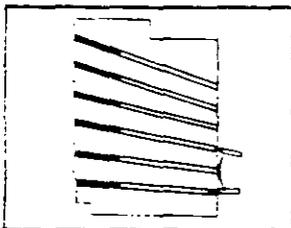
Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



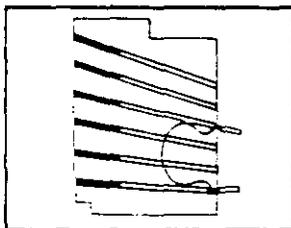
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



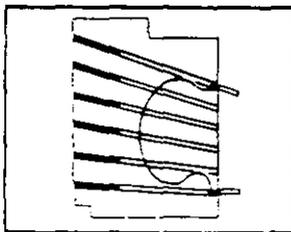
2. Contactos cerrados.



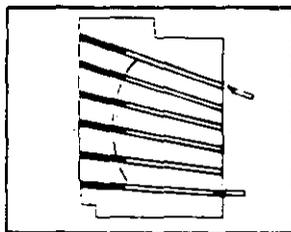
3. Contactos abriéndose - formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arco.



5. Arco a punto de romperse.

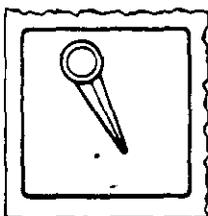


6. Arco roto en segmentos, entrado y extinguido.

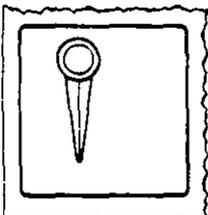
Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



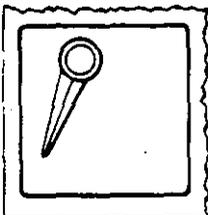
Posición de "CONECTADO": La manija en esta posición indica que el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o corto-circuito.



Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

**REDUCCION DE TIEMPOS MUERTOS Y DE MANTENIMIENTO:** Los interruptores termomagnéticos son diseñados para servicio repetitivo, para larga vida, libres de mantenimiento y evitan paros costosos e innecesarios. Debido a que el interruptor es un dispositivo restablecedor, la corriente es restablecida en sólo cuestión de minutos después de que se ha corregido una sobrecarga o una falla.

**COSTO REDUCIDO DE OPERACION:** Al incorporar alta presión de contacto, aleaciones de plata y contactos de presión directa, en los interruptores termomagnéticos se ofrece mucho menor resistencia a la corriente eléctrica que los clips para fusibles, conexiones atornilladas y conexiones articuladas en un dispositivo para fusibles, con una menor pérdida por calentamiento, con el consiguiente ahorro en gastos de corriente.

**PROTECCION CONTRA OPERACION MONOFASICA:** Una falla o sobrecarga en cualquier fase abre todos los polos del interruptor, reduciendo a su mínimo la posibilidad de que los motores polifásicos trabajen monofásicamente.

**ELEMENTOS DE PROTECCION DOBLE:** Los elementos térmicos bimetalicos protegen contra sobrecarga cuando la desconexión a tiempo inverso es deseable y los elementos magnéticos disparan el interruptor instantáneamente en caso de fallas de corriente peligrosas.

**MAXIMO DE SEGURIDAD:** Los interruptores en caja moldeada son completamente de frente muerto; por lo tanto, el personal no queda expuesto a partes "vivas".

**A PRUEBA DE ALTERACIONES:** El interruptor completo, o la unidad de disparo es sellada en la fábrica para evitar intervenciones indebidas o alteraciones en su capacidad.

## CONSTRUCCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Los interruptores termomagnéticos proporcionan el mismo tiempo dilación en la sobrecarga y protección instantánea contra cortocircuito y se componen de tres elementos: (1) unidad de disparo, (2) mecanismo del interruptor y (3) cámara de arco.

Un interruptor termomagnético es esencialmente un interruptor de carga con elementos repetitivos de protección. El mecanismo del interruptor se puede operar manualmente, usando la manija o automáticamente con la liberación de un gatillo de disparo accionado por la unidad de disparo. Las características siguientes son las específicas de la construcción de los interruptores Termomagnéticos en Caja Moldeada Federal Pacific.

**TOTALMENTE ENCERRADOS EN UNA CAJA MOLDEADA:** Las cajas de resina fenólica proveen gran resistencia al impacto y alta fuerza dieléctrica, proporcionando una caja robusta que contiene el mecanismo de operación.

**MANIJA ROTATORIA DE CUATRO POSICIONES:** La posición de la manija rotatoria da una indicación positiva del interruptor cuando está "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" aun viéndola a distancia. También hay una cuarta posición para "Restablecer", para indicar la debida operación para restablecer o reconectar el circuito después de un disparo o desconexión automática.

**COJINETES RESISTENTES A LA CORROSION:** Los cojinetes de diferentes metales proporcionan una operación suave, de baja fricción. El templado y el acabado a prueba de corrosión de todas las partes móviles también aseguran una larga vida del interruptor.

**CALIBRACION SELLADA POR LA FABRICA:** Cada interruptor termomagnético se calibra, sella y prueba en sobrecargas para asegurar su operación adecuada y su capacidad eléctrica invariable. En los marcos NM y HM, las unidades de disparo se sellan y se prueban individualmente, siendo intercambiables con la simple remoción de la cubierta del interruptor.

**PROTECCION ADECUADA Y EXACTA:** Todas las partes del dispositivo de disparo tienen superficies esmeriladas y pulidas y son tratadas térmicamente para evitar distorsiones. Los bimetálicos son tratados térmicamente reteniendo su calibración en forma permanente.

**ZAPATAS MECANICAS DE PRESION SIN SOLDADURA:** Normalmente se usan zapatas mecánicas de presión sin soldadura, con todos los interruptores para lograr conexiones firmes y duraderas.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja de Dimensiones

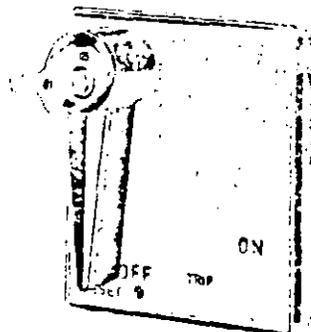
rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

**CIERRE:** Todos los interruptores termomagnéticos de manija rotatoria incluyen un anillo de cierre retractil que acepta hasta 3 candados para lograr un máximo de seguridad.

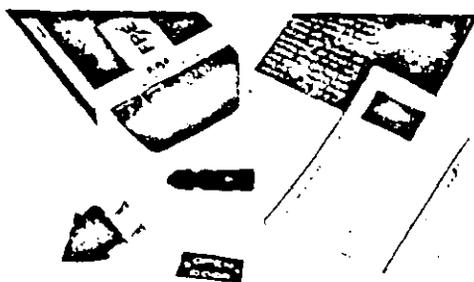
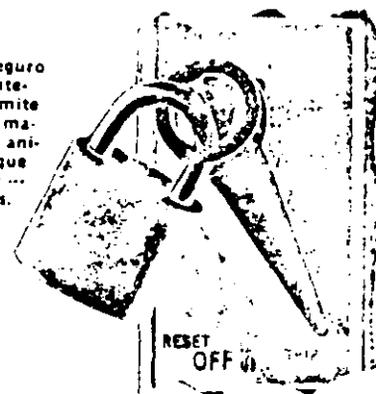
**MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO):** La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

Este diseño elimina los mecanismos externos de la manija de extensión, que ofrece muchos inconvenientes. Cuando los interruptores de manija rotatoria se colocan en un gabinete provisto de puerta, sólo se requiere un simple corte adecuado en la puerta.

**BLOQUEO MECANICO DE PUERTA (Tipo de Manija Rotatoria):** La barra y el tope de enclavamiento se pueden proporcionar, son de montaje fácil en el interruptor para bloquearlo con la puerta. Una junta alrededor del corte de la puerta proporciona un sello que protege contra el polvo y el aceite. Una barra de enclavamiento se desliza dentro de una ranura del interruptor y queda asegurada en el interruptor. El entrelace mecánico de la puerta evita que se abra sin autorización cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado". El entrelace mecánico puede ser librado por el personal autorizado.



Dispositivo de seguro exclusivo para interruptor, que permite el bloqueo de la manija mediante su anillo retractable que puede acomodar hasta 3 candados.



El Juego del entrelace mecánico consiste de un junta, una barra de enclavamiento, un tope — inmovilizador y una placa de "puerta abierta"

TABLA 1 - DATOS PARA SELECCION

Tipo	Polos	Capacidad en amperes.	TENSION (Volts)		U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMETRICAS-AMPERES RCM					Ajuste del disparo magnetico	Unidad de disparo intercamb.
			C.A.	C.C.	U.L. Valores simetricos entre ( )						
					C. A.			C. C.			
					120	240	480	600			
<b>INTERRUPTORES NORMALES</b>											
NB (NBH)	1	15-50	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2 3	15-100 15-100	120/240 240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
	3	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	20 (18)	15M (14M)	10M	Si	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	Si
<b>INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.</b>											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	—	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Consultar con la fábrica.	
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	20M	Si	Si

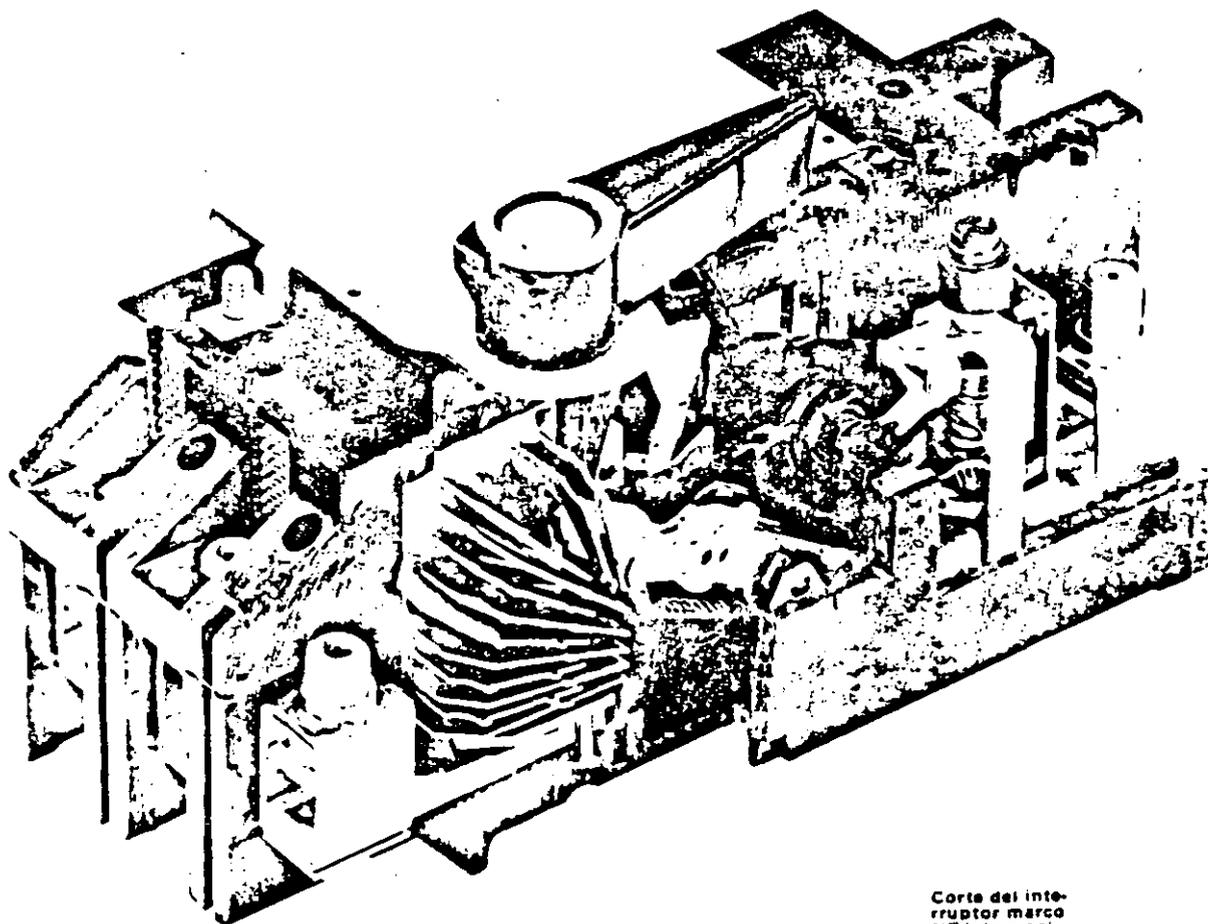
\* Los valores simetricos son iguales a los valores asimetricos.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

34



Corte del interruptor marco NFJ de manija rotatoria.

## CIRCUITOS DE MOTORES Y SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Aunque los interruptores se pueden aplicar para protección de sobrecorriente de motores, cuando se cumple con los requerimientos del Artículo 430 del N.E.C., esas aplicaciones no son recomendables para interruptores del Tipo AB. Por lo tanto, las siguientes recomendaciones están limitadas al uso de un interruptor, como protector de un circuito.

Para la mayoría de las aplicaciones, especialmente aquellas donde el comportamiento de arranque del motor no se conoce, las reglas máximas del N.E.C. se deben seguir.

Ocasionalmente se pueden usar interruptores de más baja capacidad con buenos resultados, cuando las características del motor son bien conocidas.

Los requerimientos del interruptor termomagnético va-

rian, dependiendo de si hay uno o varios motores en el circuito.

**CIRCUITO CON UN SOLO MOTOR:** El interruptor debe tener una capacidad continua de no menos de 115% de la corriente a plena carga del motor. Sección N.E.C. 4347.) Antes de aplicar un interruptor de una capacidad igual o cercana al 115% de la carga completa del motor, revise para determinar el efecto de cualesquiera de las siguientes condiciones: alta temperatura ambiental, calentamiento dentro de la cubierta del interruptor debido al agrupamiento de dispositivos que consumen corriente, arranque frecuente de motores y aceleración de los motores durante un periodo largo. Los motores con letras de código que no sean las letras de la "A" a la "J", pueden ocasionar disparos magnéticos instantáneos del interruptor cuando se seleccione con la norma de 115%, por lo tanto se deben consultar las curvas del interruptor para evitar esos disparos innecesarios.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

TABLA 2

AMPERES A PLENA CARGA DEL MOTOR  
Valores promedio para todas las velocidades y frecuencias.

HP	Monofásico C.A.			Polifásico C.A. (tipo de inducción; jaula de ardilla y rotor devanado)						Corriente directa			
	115 volts	230 volts	440 volts	110 volts		220 volts		440 volts		550 volts	115 volts	230 volts	550 volts
				3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos				
1/6"	3.2	1.5											
1/4"	4.5	2.3											
1/2"	7.4	3.7											
3/4"	10.2	5.1											
1/2	18.4	9.2		4	5.6	4	4.3	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1/2	24	12		5.7	6	4.3	3.5	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1/2	34	17		7	8	5.5	4.4	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1/2	56	28		10	11.2	6.5	5.4	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1/2	80	40	21	13		8.5	6.6	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1/2	100	50	26			9.9	7.5	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						15	13	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						22	19	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						27	24	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						40	34	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						52	45	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						64	55	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						78	67	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						104	88	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						125	108	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						150	129	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4
1 1/2						185	158	2.2	2.2	1.1	1.4	2.3	1.4

Estos valores de corriente de carga plena son para motores trabajando a velocidades usuales para motores con bandas y motores con características de par normal. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o de alto par pueden requerir corrientes normales más altas, en este caso se debe considerar la corriente indicada en la placa.

Para proteger motores de un caballo o menos, ver Sección 430-32 NEC. La corriente en el conductor común de un sistema de 2 fases, 3 hilos, será de 1.41 veces el valor dado.

Para las corrientes a carga plena de motores de 208 a 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 220 volts en un 6 ó 10% respectivamente. Para corrientes a carga plena de motores a 208 y 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 230 volts en un 10 y 15% respectivamente.

TABLA 3

CAPACIDADES DEL INTERRUPTOR AB PARA  
CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES

Tipo de motor y método de arranque	Capacidad máxima del interruptor en porcentaje de la corriente del motor a plena carga para selección del interruptor.	Selección de la capacidad del interruptor de la tabla No. 4. Ver la columna:
<b>Para motores marcados con la letra de código</b>		
Todos los motores monofásicos C.A. y los polifásicos de tipo jaula de ardilla y sincros, con arranque a voltaje pleno con resistencia o reactor:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y sincros de arranque con autotransformador:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	200	2
<b>Para motores que no están marcados con letra de código</b>		
Monofásicos de todos los tipos.	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y sincros (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y sincros (arranque con autotransformador)	200	2
Tipo jaula de ardilla de alta reactancia:		
no más de 30 amps	250	3
más de 30 amps	200	2
Rotor Devanado	150	1
Corriente Directa	150	1

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400 o/o de la corriente del motor de carga plena si se encuentra que no son satisfactorias para el arranque. A menudo se pueden usar valores más bajos, hasta llegar a un mínimo de 115 o/o de la carga plena del motor.

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE  
INTERRUPTORES PARA CIR-  
CUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor del motor (Amperes)		
	Columna		
	150 o/o	200 o/o	250 o/o
1 1/6	15	15	15
7	15	15	15
8	15	15	15
9, 10	15	20	20
11, 12	20	25	25
13	20	30	30
14, 15	30	30	30
16	30	40	40
17 a 20	30	40	40
22, 24	40	50	50
26	40	50	50
28	50	70	70
30, 32	50	70	70
34	70	70	70
36 a 40	70	100	100
42 a 46	70	100	100
48, 50	100	100	100
52 a 60	100	125	125
62	100	125	125
64, 66	100	150	150
68, 70	125	150	150
72, 74	125	150	150
76 a 80	125	175	175
82	125	175	175
84, 86	150	175	175
88, 90	150	200	200
92 a 100	150	200	200
105, 110	175	225	225
115	175	250	250
120	200	250	250
125	200	250	250
130	200	300	300
135, 140	225	300	300
145, 150	225	350	350
155, 160	250	350	350
165	250	350	350
170, 175	300	350	350
180 a 200	300	400	400
210 a 230	350	500	500
240	400	500	500
250	400	500	500
260	400	600	600
270 a 300	500	600	600
320	500		
340 a 400	600		

CALIBRE DE LAS ZAPATAS

Interruptor tipo.	Rango en Amperes.	Calibre máximo del conductor
NB	15-70	No. 14- No. 4
	100	No. 6- No. 1/0
NEF, HEF	10-50	No. 4
	70-100	No. 1/0
NFJ, HFJ	10-50	No. 1/0
	70-225	No. 4/0
NJL	70-225	350MCM
	250-350	600MCM
HJL	500	1-250MCM 1-500MCM
	125A-400A	1-600MCM
NM HM	500-600A	2-500MCM
	700-1000A	3-500 MCM

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

## RAZONES POR LAS CUALES LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA NO SE CLASIFICAN EN CABALLOS

A diferencia de los interruptores de navajas los interruptores termomagnéticos no se clasifican por el número de caballos que son capaces de maniobrar, porque pueden interrumpir con toda seguridad corrientes que exceden en mucho el valor a rotor bloqueado de cualquier motor al que se apliquen. Esta característica ha sido demostrada por las pruebas de los Underwriters' descritas en boletín Clase 1400, página 3. Un interruptor debe pasar una prueba de sobrecarga preparada por los Underwriters' Laboratories, Inc. que consiste en una apertura de corriente de 600 o/o de su valor nominal 50 veces. Como las capacidades de los interruptores para derivación de motores, generalmente son del 125 o/o — 250 o/o de las corrientes del motor a carga plena, esta prueba establece la capacidad del interruptor para interrumpir corrientes con rotor bloqueado.

Después de la prueba de sobrecarga y de otras que se hacen, se exige al interruptor que interrumpa satisfactoriamente su corriente nominal de corto circuito, de acuerdo con su tamaño. Debido a que por su propia definición un interruptor debe "abrir en condiciones anormales... sin dañarse", el interruptor debe continuar en condiciones de operar después de la prueba.

## ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA DE TIPOS NORMAL Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA

Los circuitos eléctricos serán protegidos por interruptores termomagnéticos en caja moldeada, como los fabricados por Federal Pacific Electric (o aprobados como iguales). Cada interruptor proporcionará protección contra sobrecarga a tiempo inverso e instantáneo contra cortocircuitos por medio de un elemento termomagnético.

Cuando se usa en centros de control, la manija del interruptor será saliente, proyectándose a través de la puerta y ninguna palanca operadora externa de manija se aplicará. Los interruptores de dos o tres polos tendrán un dispositivo que permita el uso de candados, hasta candados en la posición de "Abierto" o en la de "Cerrado", con puerta "Abierta" o "Cerrada" y tendrá un dispositivo para interconexión con la puerta, de modo que dicha puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado" a menos que se libre el bloqueo.

Los interruptores termomagnéticos deben ser de cierre y apertura ultra rápida, con disparo mecánico libre de modo que los contactos no puedan mantenerse "Cerrados" en caso de una sobrecarga o de un corto circuito. El disparo será indicado por medio de la manija en su posición de "Disparado". Los interruptores termomagnéticos serán totalmente cubiertos por una caja moldeada y la parte del interruptor que cubre los elementos calibrados de protección serán sellados en la fábrica para evitar que los toquen personas no autorizadas. La capacidad en amperes será visible claramente al frente del interruptor. Los contactos serán de aleación de plata no fundibles.

## APLICACION DE LOS INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA EN SERIE CON FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE "ECONOLIM" FEDERAL PACIFIC

Si el cálculo de la corriente de falla demuestra que dicha corriente excede la capacidad de los interruptores normales, los interruptores Línea "H" de alta capacidad y los Interruptores Fusematic, los cuales coordinan el mecanismo del interruptor con los limitadores de corriente, se debe considerar la conveniencia de aplicar Fusibles Limitadores de Corriente Econolim en serie con interruptores normales en caja moldeada.

La aplicación de fusibles limitadores de corriente mon-

taos en serie con interruptores del tipo normal o Línea "H" (de alta capacidad interruptiva) no debe confundirse con la instalación de Interruptores en Caja Moldeada FPE Fusematic.

Los fusibles limitadores de corriente Econolim se han diseñado sobre la base de un principio enteramente nuevo que permite una reacción extremadamente corta a corrientes de falla muy altas. Debido a la velocidad a la que operan los Fusibles Econolim, se limita la magnitud y la duración de la corriente de falla a una fracción de su posible valor. Esta característica permite el uso de fusibles y de interruptores en combinaciones, cuando las corrientes de falla pueden llegar hasta 100,000 amperes simétricos R.C.M.

Los tamaños mínimos de los fusibles son aquellos cuya curva característica no cruza la curva del interruptor en un punto donde los fusibles se quemarían frecuentemente en forma repetitiva convirtiéndose en una molestia innecesaria.

La Tabla N° 6 muestra las capacidades máximas de limitación para los lados de línea y de carga. El limitador del lado de la línea nunca debe colocarse en el lado de carga del interruptor. A veces es posible agrupar varios interruptores con un solo juego de limitadores. En ningún caso, el limitador puede ser mayor que:

1. El limitador máximo del lado de línea del interruptor de más baja capacidad en el grupo, ni tampoco
2. El limitador máximo que se puede instalar en el lado de carga del interruptor que controla el grupo.

El total de carga del circuito en un grupo, incluyendo el factor de diversidad, no debe exceder la capacidad del limitador. Los limitadores instalados en el lado de la línea se deben acompañar de un desconectador para la reposición de limitadores.

Más de un limitador usualmente funcionan en fallas elevadas de 3 fases, aunque no siempre es éste el caso. En la mayoría de las veces la energía de la corriente de fuga es suficiente para operar el interruptor, evitando la operación monofásica, sin embargo, es posible que el interruptor no se abra.

Para evitar operaciones innecesarias de los limitadores, se recomienda usar el máximo de capacidades que se muestran en la página 12

## ESPECIFICACIONES TÍPICAS PARA USO DE FUSIBLES ECONOLIM EN SERIE CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

En los casos en que las corrientes de falla calculadas excedan a las capacidades de los interruptores normales o de alta capacidad Línea "H", se instalarán Fusibles Limitadores de Corriente Econolim de la Federal Pacific, en serie con los interruptores termomagnéticos Federal Pacific con capacidades interruptivas de 100,000 amperes simétricos R.C.M. Los fusibles serán de un diseño que evite la sustitución por diferentes capacidades en el futuro.

Los fusibles cumplirán con todos los requerimientos de NEMA, Pub. — FU-1-1959. Los interruptores termomagnéticos normales y de alta capacidad Línea "H" en caja moldeada usados cumplirán con las especificaciones que aparecen en la Tabla N° 6.

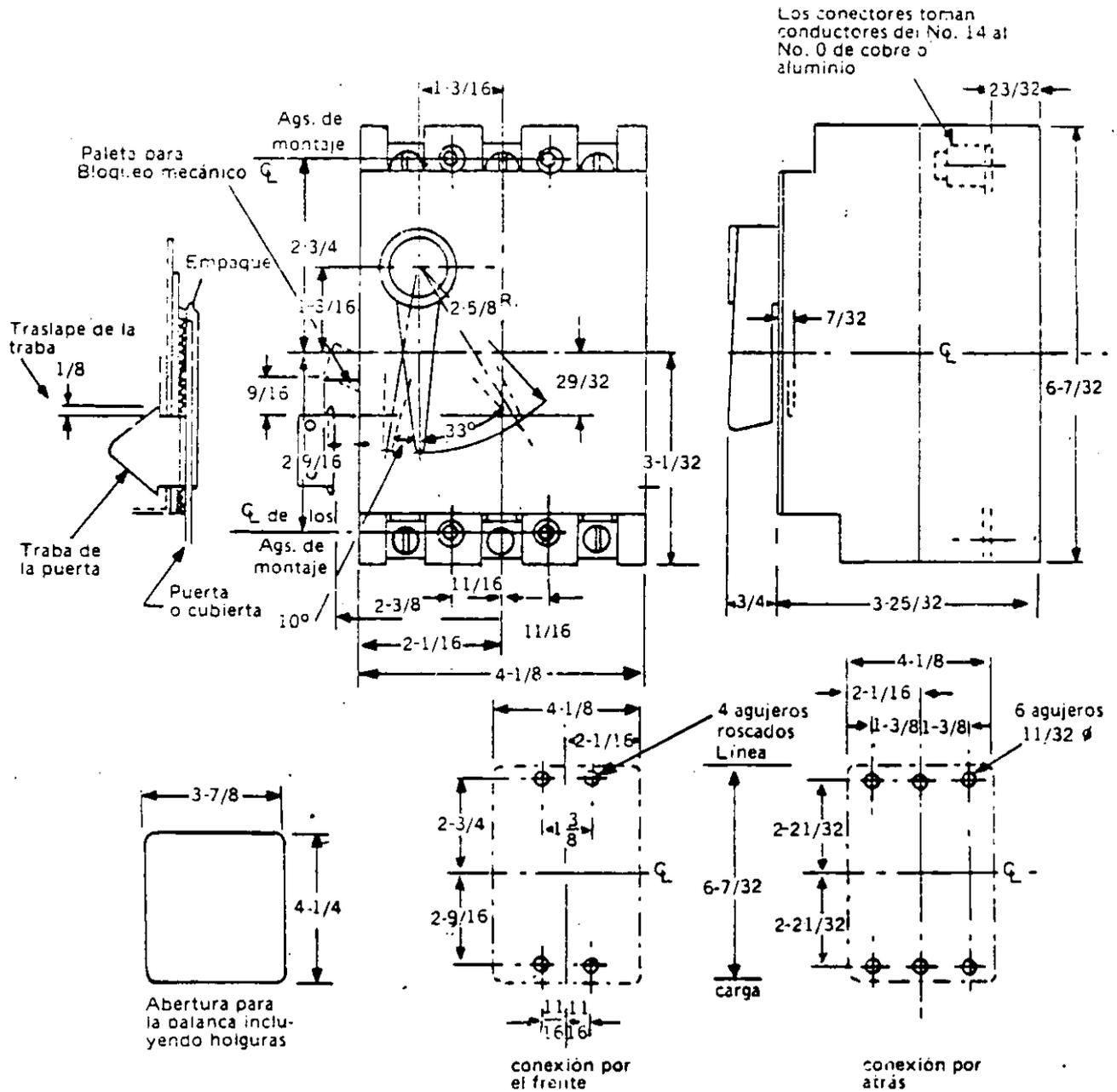
## APLICACION EN CAPACITORES

Para aplicaciones normales en capacitores el interruptor con capacidad 150 o/o mayor que la capacidad de corriente del capacitor será el que se recomienda. Este factor permite las sobrecorrientes armónicas y otros factores similares. Esta selección cumple con los requerimientos del N.E.C. 460-8 que establece que el desconectador debe ser de no menos de 135 o/o de la capacidad del capacitor. Debido a componentes armónicas, las corrientes de operación pueden exceder de 135 o/o, en cuyo caso se hará necesario el uso de un interruptor de mayor capacidad. La temperatura ambiente también se debe tomar en consideración para la selección.

# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NEF y HEF (Rotatorio), 3 Polos, 15-100 Amp. 480 V. C-A, 125/250 V. C-C

Hoja de Dimensiones



# INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

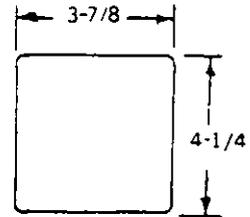
Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

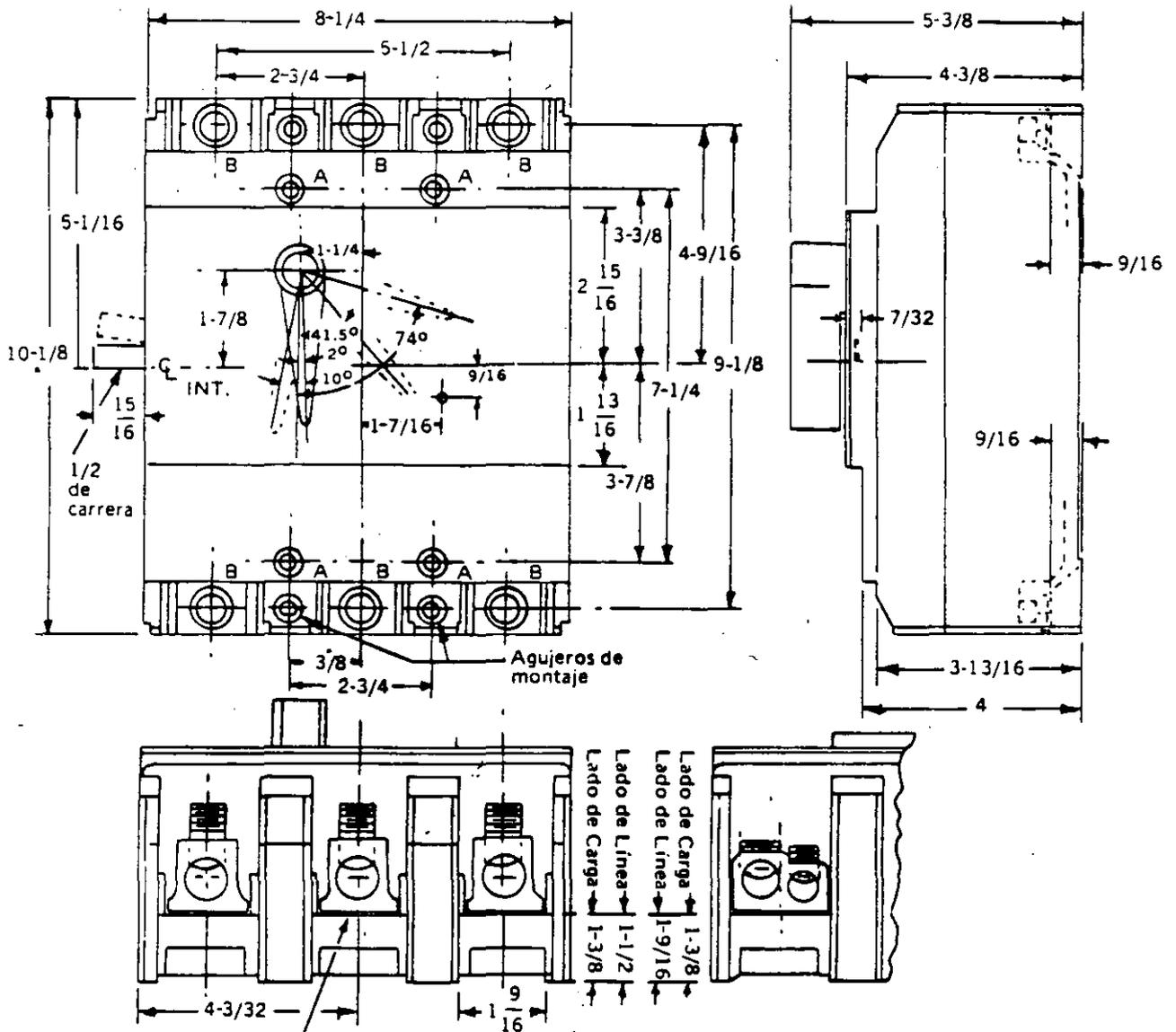
38

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taládrese haciendo coincidir los agujeros con los marcados "A" (4) ags. 6/16". El interruptor deberá conectarse a tierra mediante el conector provisto.

Para montar el interruptor con conexión posterior, taládrese haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diámetro, para 70 a 225A y 13/16" de diámetro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo hoiguras.



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.

## I) EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Los efectos biológicos de la electricidad son primariamente una función del amperaje aplicado y no del voltaje.

Efectos de una corriente eléctrica de 60 hertz en el ser humano promedio al atravesar el tronco del cuerpo.

Intensidad de la corriente, mA - (contacto de 1 - segundo)	Efecto fisiológico
1	Umbral de la percepción.
5	Máxima intensidad de corriente - - aceptada como inofensiva
10-20	Contracciones musculares involuntarias; a intensidades de corriente más altas empiezan las contracciones musculares sostenidas.
50	Dolor, agotamiento y posible desfallecimiento. Las funciones del corazón y del aparato respiratorio continúan.
100-300	Empieza la fibrilación ventricular, pero las funciones respiratorias se mantienen intactas.
6000	Contracción sostenida del miocardio seguida por ritmo normal del corazón. Parálisis respiratoria temporal. Quemaduras si la densidad de corriente es alta.

Como nos muestra, la tabla anterior a medida que la corriente que circula por el cuerpo humano alcanza valores mayores a 1 mA aparecen el dolor y las contracciones musculares involuntarias; a valores de 100 mA la fibrilación cardiaca puede ocurrir. Es interesante hacer notar, sin embargo, que con corrientes mayores a 100 mA, hay una tendencia a que las contracciones musculares sean tan rápidas y violentas que la persona es involuntariamente arrojada lejos del contacto con la fuente de energía eléctrica.

A su paso por el cuerpo humano, la corriente tomará camino por los tejidos de más baja resistividad, siendo éstos los más afectados naturalmente. La resistencia total de ese camino puede variar desde valores ligeramente menores a 1000 ohms, hasta valores alrededor de 100,000 ohms, dependiendo principalmente de la presencia de humedad en mayor o menor grado.

Lo anterior nos da una idea del grave peligro que afronta un individuo que, con piel, ropa o zapatos mojados, entra en contacto, voluntaria o accidentalmente, con dos o más puntos de un sistema eléctrico (conductores, bastidores, corazas, - - tierras, etc.) entre los que existe una diferencia de potencial mayor de 75 volts.

## II) SISTEMAS DE DISTRIBUCION

---

El término sistema aislado de tierra se usa para identificar un sistema en el cual no hay conexión intencional entre los conductores del sistema y la tierra. Sin embargo, existe un acoplamiento capacitivo entre los conductores del sistema y la tierra.

Cuando el neutro de un sistema no está conectado a tierra es posible que aparezcan sobrevoltajes transitorios, de varias veces el normal, durante las maniobras normales de los interruptores del circuito, al ocurrir una falla de línea a tierra.

Ventajas del sistema conectado a tierra:

- 1.- Reducción de gastos de operación y mantenimiento:
  - a) Reducción en magnitud de los sobrevoltajes transitorios.
  - b) Mejora en la protección contra descargas atmosféricas.
  - c) Simplificación de localización de fallas a tierra.
  - d) Mejora de la protección contra fallas del sistema y del equipo.
- 2.- Mejora de la confiabilidad del servicio.
- 3.- Más seguridad para el personal y el equipo.

## III) EQUIPO CONECTADO A TIERRA

---

La puesta a tierra del equipo de un sistema consiste en conectar a tierra las partes metálicas (que no llevan corriente) del alambrado y aparatos conectados al sistema.

El objetivo principal de esta conexión a tierra es limitar la diferencia de potencial entre las partes metálicas del sistema, que no llevan corriente y entre estas partes y tierra, a un valor seguro bajo cualquier condición de operación, normal o anormal, del sistema.

Para lograr este objetivo es necesario construir un sistema de tierra, que mantenga un potencial uniforme en todas las partes metálicas de estructuras y aparatos, y que permita al personal estar siempre al mismo potencial.

El segundo objetivo de la conexión a tierra del equipo es proporcionar un retorno de baja impedancia para la corriente de falla a tierra.

El peligro al personal existe al tiempo que ocurre una falla a tierra. El forzar a la corriente a circular a través de una conexión de alta impedancia puede crear una diferencia de potencial peligrosa.

La importancia de un circuito continuo metálico de baja impedancia en el paso de retorno de la corriente de tierra, se ilustra en la Figura 1.

La Figura 1 muestra un sistema monofásico 120/240 con el neutro del transformador conectado a tierra a través de un electrodo de tierra, el cual tiene una resistencia a tierra de 10 ohms. El tubo conduit está conectado a tierra a través de un electrodo de tierra separado, el cual mide 20 ohms a tierra. Una falla ocurre entre el conductor B y el conduit; la corriente de falla será igual a:

$$I = \frac{120}{20 + 10} = 4 \text{ amp.}$$

Diferencia de potencial entre el conduit y tierra:

$$V = 4 \times 20 = 80 \text{ volts}$$

Este voltaje no es necesariamente fatal.

La figura 1-b muestra el mismo sistema con un circuito continuo metálico. La corriente de falla tendrá un valor muy elevado debido al paso de baja impedancia, lo cual causa que operen los dispositivos de protección. Por la resistencia de 25 ohms circula una corriente muy pequeña y el potencial del tubo conduit se mantiene muy cercano al de tierra.

En grandes subestaciones la resistencia del bus de tierra no debe exceder de 1 ohm. En pequeñas estaciones no debe exceder de 5 ohms. En residencias la resistencia debe ser menor a 25 ohms.

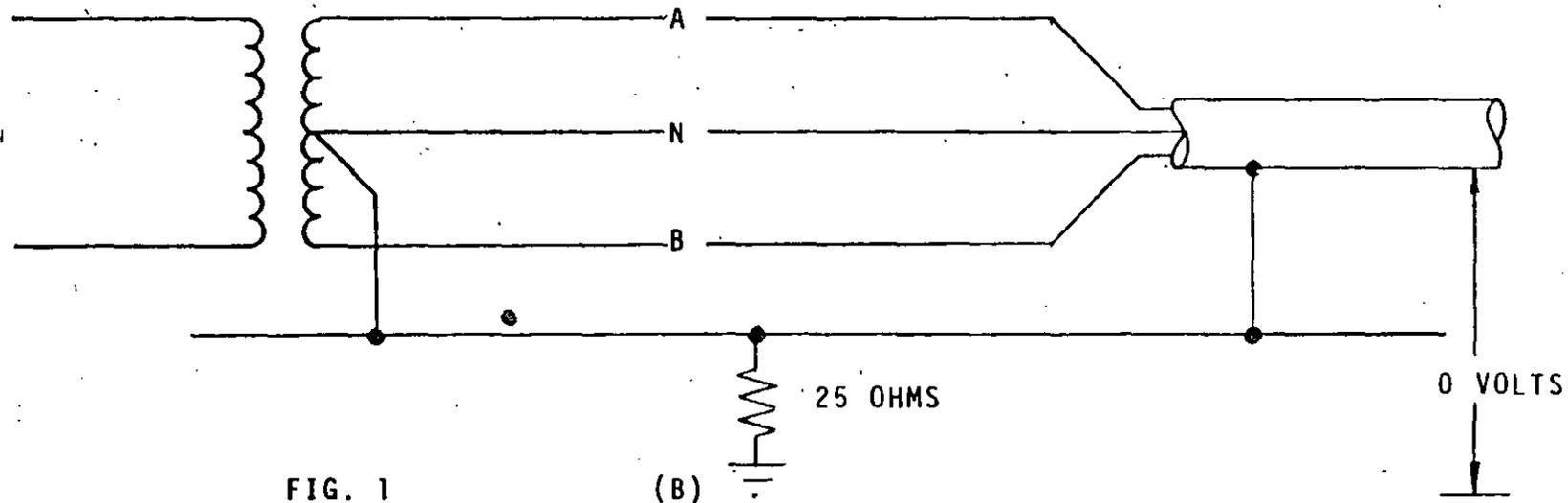
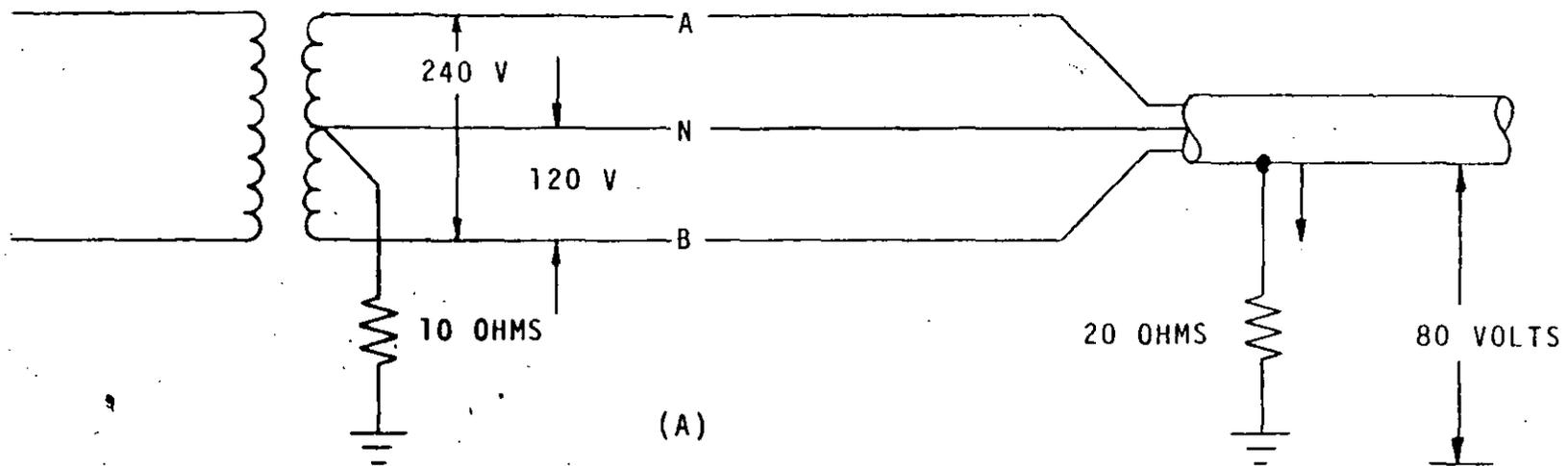


FIG. 1

(B)

Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

**MOD: II    INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**SELECCION DE PROTECCION  
CENTRO DE DISTRIBUCION**

**ING. NOE ARMAS MORALES**

## INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ING. NOE ARMAS MORALES

### 1.- SELECCION DE PROTECCION

- a) Protección de conductores
- b) Protección de cargas

a) Proyecto y canalizaciones eléctricas (Conductores).

Se consideran separadamente las disposiciones referentes a:

- a) Líneas de servicio para suministro de energía.
- b) Conductores alimentadores de las canalizaciones.
- c) Circuitos derivados.

**Línea de servicio.**- Los conductores y equipo que se usen para el suministro de energía eléctrica, desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de conexión y protección contra sobre corriente de la instalación servida.

**Conductores alimentadores.**- Son aquellos comprendidos entre los medios principales de desconexión y protección contra sobre corriente y los medios de protección contra sobre corriente de los circuitos derivados.

**Circuitos derivados.**- Es la parte de conductor o canalización que se extienda después del último dispositivo de protección contra sobre corriente del lado de la carga que protege a esa parte.

Los arrancadores de motores con protección contra sobre corriente y otros dispositivos semejantes no se deben considerar como la protección de sobre corriente de un circuito derivado.

**Identificación de conductores conectados a tierra.**

Cuando una canalización tenga un conductor conectado a tierra, se identifique este con un color blanco o gris.

**Circuitos derivados:**

Son los conductores alimentadores que abastecen cargas de alumbrado o de aparatos domésticos o comerciales o a combinaciones cuando se conecten motores o aparatos accionados por motores u otras cargas especiales es necesario aplicar los artículos del ROIE para esas cargas.

La clasificación de los circuitos derivados para cargas indefinidas es por medio de la protección contra sobre corriente de:

- 15 amps.
- 20 amps.
- 30 amps.
- 50 amps.

Las cargas individuales mayores de 50 amps. deberan alimentarse por circuitos derivados individuales.

Circuitos derivados multifilares.- Dos o más conductores a diferente potencial entre si y de un conductor que tenga la misma diferencia de potencial con respecto a cada uno de los otros conductores.- Ejemplo: 4 hilos, 3 fases.

Colores normales de identificación.

Trifilar; Negro, blanco y rojo.  
Tetrafilares: Negro, blanco, rojo y azul.  
Pentafilares: Negro, blanco, rojo, azul y amarillo.

Voltaje:

Los circuitos derivados que abastezcan porta lamparas, aparatos ó contactos de 15 amps. ó menos no deberán exceder de 150 volts. a tierra; excepciones:

- a) Establecimientos inductriales hasta 300 volts a tierra en circuitos de alumbrado que esten colocados a más de 2.40 mts. de altura sobre el piso y que no tengan interruptores integrados.
- b) Sistemas ferroviarios.
- c) Calefacción industrias infraroja.

Circuitos derivados para distintas clases de carga.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños. Relojes, radios.
- b) Aparatos de más de 3 amps. Planchas, parrillas, refrigeradores.

Cálculo de la carga.- Para obtener la capacidad de los circuitos derivados se consideran las cargas a conectarse con los mínimos siguientes.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños, por metro cuadrado del área del piso.

LUGAR:	CARGA WATTS POR METRO CUADRADO
Anfiteatros	10
Bancos	20
Bodegas o almacenes	2
Casa habitación	20
Clubes	20
Edificiones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (Sin aparatos eléctricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Peluquerias y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

- b) Aparatos de más de 3 amps.- Se considera cargas no menor 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usan simultaneamente la carga se calcula de 5 amps., por cada tres contactos.
- c) Hilo neutro.- Si hay hilo neutro en un circuito derivado la carga que se considera para el neutro, no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga en el circuito.

Conductores de circuitos derivados.

a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado ( Caída voltaje 3% alumbrado, 4% aparatos y motores).

b) Sección mínima.

Mínimo No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.

Mínimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de más de 3 amps.

Los alambres y cordones pertenecientes a unidades de alumbrado o aparatos que se usen para conectarlos a la salida de los circuitos derivados pueden ser de menor sección.

	CIRCUITOS DERIVADOS	CORRIENTE MAXIMA
Mínimo no. 18	15 amps.	5 tw
no. 16	20 amps.	7 tw
no. 14	30 amps.	15 tw
no. 12	50 amps.	20 tw
no. 10		25 tw

Protección contra sobre corriente.- Conductor no conectado a tierra de un circuito derivado, se debe proteger contra corrientes excesivas por medio de dispositivos.

La capacidad de estos dispositivos deben cumplir lo siguiente:

- a) No deberá ser mayor que la corriente permitida para los conductores del circuito.
- b) Si el circuito abastece únicamente a un solo aparato con capacidad de 10 amps. ó más la capacidad ó ajuste de sobre corriente no deberá exceder del 150% de la capacidad del aparato.
- c) Los alambres y cordones se consideran protegidos por el dispositivo contra sobre corriente del circuito derivado.

Dispositivos de salida.

- a) Porta lamparas.- No menor a la carga a servir, mayores de 20 amps., sean de servicio pesado.
- b) Contactos.- No menor a la carga a servir; cuando esté con 2 ó más salidas tengan la capacidad siguiente.

CAPACIDADES CIRCUITO	CAPACIDADES CONTACTO
15 amps.	no mayor de 15 amps.
20 amps.	20 amps.
30 amps.	20 ó 30 amps.
50 amps.	50 amps.

Conductores alimentadores.- No deben ser de calibre más delgado (Tabla de la corriente permitida en los conductores) y cumplir con el cálculo de la carga

Caida de voltaje.

3% de alumbrado

4% de motores y aparatos.

Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de.....

(CONTINUA PAGINA No. 7)



TABLA NUMERO 3

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA ABIERTA

Basada en temperatura ambiente de 30°C. Para temperatura ambiente mayor apliquense los factores de corrección dados en la Tabla Número 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Calibre AWG. o MCM.	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	80°C A prueba de intemperie.	85°C Papel. Termoplástico y asbesto. Cambrey barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	20	20	30	30	40	40	45
12	25	25	40	40	50	50	55
10	40	40	55	55	65	70	75
8	55	65	70	70	85	90	100
6	80	95	100	100	120	125	135
4	105	125	130	135	160	170	180
3	120	145	150	155	180	195	210
2	140	170	175	180	210	225	240
1	165	195	205	210	245	265	280
0	195	230	235	245	285	305	325
00	225	265	275	285	330	355	370
000	260	310	320	330	385	410	430
0000	300	360	370	385	445	475	510
250	340	405	410	425	495	530	.....
300	375	445	460	480	555	590	.....
350	420	505	510	530	610	655	.....
400	455	545	555	575	665	710	.....
500	515	620	630	660	765	815	.....
600	575	690	710	740	855	910	.....
700	630	755	780	815	940	1005	.....
750	655	785	810	845	980	1045	.....
800	680	815	845	880	1020	1085	.....
900	730	870	905	940	.....	.....	.....
1000	780	935	965	1000	1165	1240	.....
1250	890	1065	.....	1130	.....	.....	.....
1500	980	1175	1215	1260	1450	.....	.....
1750	1070	1280	.....	1370	.....	.....	.....
2000	1155	1385	1405	1470	1715	.....	.....

los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores (Cargas por metro cuadrado).

En los casos siguientes se podrá aplicar a la carga computada el factor de demanda siguiente:

- a) Casas habitación 30% al excedente 2500 watts.
- b) Edificios de oficinas 70% al excedente 20000 watts.
- c) Escuelas 50% al excedente sobre 15000 watts.
- d) Hospitales 40% hasta 50000 watts. y 20% al excedente.
- e) Hoteles 50% hasta 20000 watts y 35% al excedente.
- f) Motores.- La carga se calcula de acuerdo si son motores individuales o conductores que abastescan a varios motores.
- g) Cuando haya hilo neutro en el circuito alimentador la carga que se considere para el neutro no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga.

Circuitos alimentadores con neutro común.- Se puede usar un hilo neutro para dos o más circuitos alimentadores multifilares siempre que estos esten dentro de una misma canalización.

Lineas de servicio.

Medios de desconexión.

Conexiones antes de los medios de desconexión.

Apertura simultanea.

Tipos permitidos.

Indicación de posición.

Accionamiento exterior.

Capacidad de interruptores de servicio.

Voltaje-amperaje.

Protección contra sobre corriente.

- a) Conductores no conectados a tierra. Capacidad según tabla de corrientes.

- b) Motores.- Capacidad o ajuste para motor individual o grupo de motores y la capacidad o ajuste de las cargas de motor y alumbrado.
- c) Fusibles ó interruptores automáticos.
- d) La protección contra sobre corriente puede estar formado por uno ó varios interruptores automáticos ó juegos de fusibles.

Protección contra sobre corriente.

Conductores - corriente permisible

- a) Fusibles.- Si la corriente permisible no corresponde a un fusible de capacidad normal, puede usarse el de capacidad inmediata superior si no excede del 150% - no usar fusibles tipo tapón ó de rosca en circuito mayores de 150 volts. a tierra.  
La rosca debe estar en el lado de la carga.
- b) Interruptores automáticos de disparo no ajustables.- Capacidad nominal de acuerdo a la corriente permisible de los conductores ó al inmediato superior siempre que no pase del 150% de la corriente permisible.

Interruptores automáticos ajustables.- Deben ajustarse para que no operen a más del 150% y debe tomarse en cuenta el ajuste por temperatura,

Motores y controladores.

Las disposiciones contenidas en las normas técnicas para instalaciones eléctricas comprenden algunas disposiciones mezclaneas -- para motores y controladores.

Sobre calentamiento por acumulación de polvo.

Identificación de los motores.

Identificación de los controladores.

Cuando un controlador está construido como parte integrante de un motor generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, ya que los datos necesarios deben aparecer en la placa del motor.

Identificación de terminales (Motores y controladores).

Espacio para conexiones en cubierta.

Cubiertas.

Ubicación de motores (Mantenimiento).

Calibre de conductores para circuitos de motores. Conductores capaces de conducir la corriente del motor, sin sobre-calentamiento y bajo condiciones que se especifiquen. para caída de voltaje en el circuito.

#### Motores individuales.

La corriente permisible en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante no será menor del 125% de la corriente nominal a carga plena del motor.

Cuando la carga sea variable, el calibre de los conductores podrá fijarse considerando una corriente menor que el 125% nominal a carga plena del motor según el régimen del trabajo que se trate, pero no menor del 85% especialmente cuando el motor arranca con frecuencia es necesario instalar más gruesos.

Secundario del motor con rotor devanado. Los conductores que conecten el secundario de un motor para corriente alterna con rotor devanado, a su controlador deben ser de calibre para una corriente no menor del 125% de la corriente secundaria del motor, a carga plena, si es para régimen de trabajo continuo.

Conductores que abastecen a varios motores.

Los conductores que alimentan a 2 ó más motores deberán ser de calibre suficiente para una corriente no menor que el 125% de la corriente a carga plena del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a carga plena de los demás motores de grupo. Cuando los motores no funcionen simultáneamente a carga plena, se aplicará el factor de demanda que corresponda al régimen de operación.

#### Carga Mixta.

Los conductores alimentadores que abastezcan carga de motor y también de alumbrado y/o aparatos de acuerdo con el artículo 6, deberán ser de calibre suficiente para la carga total del alumbrado y/o de aparatos más la corriente que corresponda a la carga de motores.

Protección contra sobrecorriente de motores.

Se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger motores, aparatos de control de motores y conductores de circuitos derivados que los abastezcan contra el calentamiento excesivo debido a sobre-carga de los motores.

Motores para servicio continuo.

Cada motor deberá protegerse contra sobrecarga de la manera siguiente:

- a) De más del caballo de potencia.- La protección deberá asegurarse haciendo uso de uno de los medios siguientes.

- Un dispositivo de sobre corriente separado, que actúe por efecto de la corriente del motor.- La capacidad ó ajuste de este dispositivo no deberá ser mayor del 140% nominal a carga plena.
- Un dispositivo protector incluido en el motor que actúe por efecto de la corriente ó de la corriente y la temperatura.

b) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado manualmente.

Cada motor que se arranque manualm ente podrá considerarse protegido contrasobrecorriente que protege a los conductores del circuito derivado.

c) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado automáticamente. Deberá protegerse contra sobre corriente en la misma forma que los motores de más de 1 caballo de potencia, como se indica en a).

d) Secundarios de motor con rotor devanado.

Los circuitos secundarios de motor de corriente alterna con rotor devanado, incluyendo conductores, controladores, resistencias, etc. se consideran protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecarga del circuito primario del motor.

Servicio intermitente.- Un motor que lleve carga intermitente ó variable se considera protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado, si este se protege a no más de 400% de la corriente nominal a plena carga del motor.

Periodo de arranque.

Si es arrancado manualmente, la protección contra sobre carga puede excluirse del circuito durante el periodo de arranque siempre que el dispositivo que lo excluya no pueda dejarse en la posición de arranque. el motor podrá considerarse protegido contra sobrecorriente durante el arranque, si se coloca en el circuito fusibles ó interruptores automáticos de acción retardada, con capacidad ó ajuste no mayor de 400%. La protección contra sobrecarga del motor no deberá suprimirse durante el periodo de arranque si él motor se arranca automáticamente.

Fusibles.

Si se usan fusibles para la protección de sobrecarga del motor deberá intercalarse en cada conductor no conectado a tierra.

Dispositivos que no sean fusibles. La tabla siguiente señala el número mínimo de unidades de sobrecorriente, tales como bobinas de disparo, relevadores ó elementos térmicos que se permiten y su colocación.

CLASE DE MOTOR	SISTEMAS DE ABASTECIM.	NUM. Y COLOCACION DE LAS UNIDADES - DE SOBRECORRIENTE
Monofásico ó de C.D.	Bifilar y monofásico ó de C.D. no conectado a tierra.	Uno, en cualquier conductor.
Monofásico ó de C.D.	Bifilar, monofásico ó de C.D. un conductor conectado a tierra.	Uno, en el conductor no conectado a tierra.
Monofásico ó de C.D.	Trifilar, monofásico ó de C.D., neutro conectado a tierra.	Uno, en cualquiera de los dos conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico no conectado a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - un conductor conectado a tierra.	Dos, en los conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - neutro conectado a - - tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Tetrafililar, trifásico, neutro conectado ó no a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera, excepto - el neutro.

Numero de conductores desconectados por dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles ó interruptores térmicos no polares, deberán desconectar simultaneamente -- todos los conductores no conectados a tierra.

Arrancador de motor como protección contra sobre carga.

Un arrancador de motor también puede servir como dispositivo de protección contra sobrecarga, si el número de unidades de sobrecorriente concuerda con lo indicado en la tabla anterior.

Protección contra corto circuito. El dispositivo que se use para proteger a un motor contra sobre carga, tal como un interruptor-  
ó relevador térmico, no está construido para interrumpir un corto  
circuito, deberá protegerse instalando, además, fusibles ó un in-  
terruptor automático con capacidad ó ajuste de no más de 400% la  
corriente nominal a plena carga del motor, a menos que el disposi-  
tivo de que se trate esté construido y aprobado para protegerse  
por fusibles ó interruptor automático de mayor capacidad.

Motores en circuitos con lamparas ó contactos. Cumplir con lo re-  
ferente a circuitos derivados ó varios motores, motores servicio  
continuo y protección con corto circuito.

Protección contra sobrecorriente de circuitos derivados para motores.  
Capacidad ó ajuste para motor individual. El dispositivo de sobre-  
corriente de circuito derivado para un motor deberá ser capaz de -  
soportar la corriente de arranque, pero su ajuste no deberá exceder  
del 400% de la corriente a carga plena del motor, exceptuando los  
motores de cuatro amperes de corriente de plena carga, que se consi-  
deran protegidos por un dispositivo de protección contra sobre co-  
rriente del circuito derivado de 15 amps.

Varios motor con un circuito derivado. Dos ó más motores pueden co-  
nectarse al mismo circuito derivado, bajo las condiciones siguientes:

- a) En un circuito derivado de menos de 600 volts, entre conductores,  
protegido a no más de 20 amps. , se puede conectar varios motores  
de no más de 1 caballo de potencia y de corriente nominal a carga  
plena, que no exceda de 6 amps. La protección individual contra  
sobre carga no es necesaria para dichos motores a menos que su --  
arranque sea automático.
- b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con protección  
contra sobre carga, pueden conectarse a un circuito derivado, siem-  
pre que se cumpla con todas las condiciones siguientes:
  - I.- El circuito derivado debe estar protegido por fusibles que tengan  
una capacidad que no exceda de la especificada para el motor más  
grande conectado al circuito derivado, más las corrientes nomina-  
les a carga plena, de todos los demás motores conectados al cir-  
cuito.

- II.- Cada dispositivo de sobre carga y cada controlador de motor necesita será apropiado para instalarse con la protección contra sobre corriente del circuito derivado.
- III.- Los conductores de cualquier derivación que abastezcan a un solo motor, no necesitan tener protección individual, siempre que cumplan con cualquiera de los requisitos siguientes: (1) que la corriente permisible de los conectores que vayan al motor no menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) Que la longitud de los conductores de la derivación no excedan de 10 mts., y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

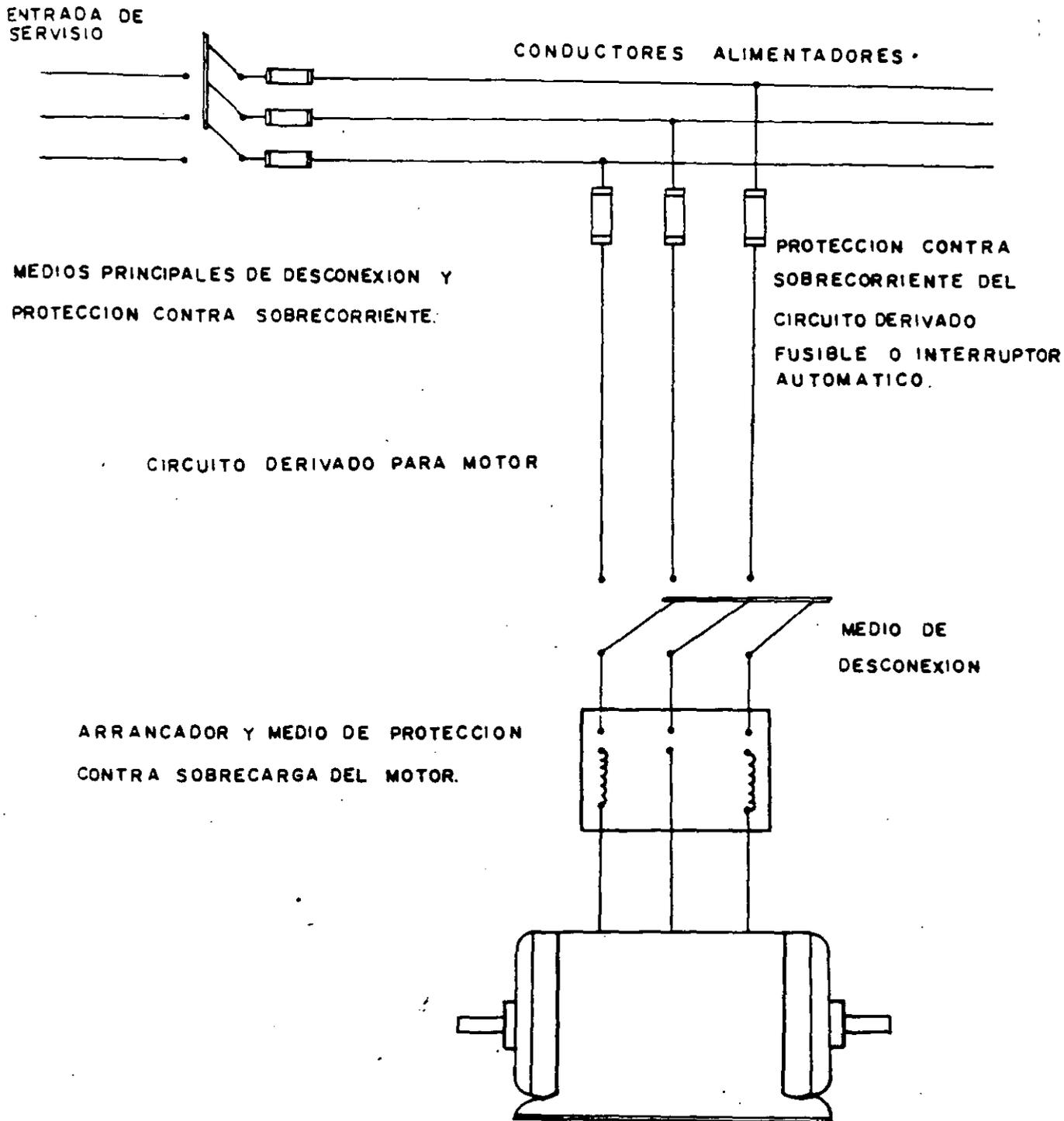


DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR.

### PROTECCION DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

Energía eléctrica aprovechable.- Los equipos que usan energía eléctrica pueden tener características muy variadas que requieren condiciones de suministro definidas, tales como tensión, frecuencia, número de fases, corriente alterna ó corriente directa, regulación de tensión etc. etc.

Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria la demanda máxima de la planta; por tanto debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

Energía donde se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también cable y conduit para distribuir la energía eléctrica a los puntos de consumo. Debe considerarse la adaptabilidad necesaria en estos componentes para tomar cargas futuras y para permitir cambios en la localización de dichas cargas.

Energía cuando se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también de seguridad, así como contactores, también magnéticos, como las "válvulas" del sistema de distribución, para alimentar ó interrumpir la energía.

Protección para el personal de operación y mantenimiento.-

Es muy importante tomar en cuenta, al proyectar un sistema de distribución, la protección adecuada contra errores de operación, así como defensas que eviten el contacto accidental del personal con conductores y partes vivas de los elementos del sistema.

Protección automática á los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobre cargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse

PROPORCIONAR ENERGIA ELECTRICA APROVECHABLE

Las compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma que esta es más económica para transmitirse. Muy a menudo la tensión de transmisión es más elevada que la que el cliente puede usar. Una ventaja de la alta tensión es que ocasiona pérdidas de transmisión mínimas. Además, la tensión de transmisión alta presenta otra ventaja para la C. F. E. y Cía. de Luz así como para el cliente: Reduce la variación de tensión en el punto de utilización (La diferencia entre la tensión cuando no hay carga y la tensión cuando hay carga plena en el sistema).

Cuando se conectan las cargas al sistema, la tensión del mismo "cae". El bajo voltaje ocasiona que los motores se sobrecalienten y, por esa razón fallen prematuramente. También es causa de que los equipos electrónicos funcionen erráticamente y, así mismo, da lugar a una baja eficiencia de alumbrado.

Por otro lado cuando se desconectan las cargas del sistema, la tensión sube. El sobre voltaje causará mayores exigencias en el mantenimiento del equipo electrónico, así como una reducción en la vida útil de las lámparas. Al conectar y desconectar las cargas al sistema, habrá variación en el voltaje.

estas variaciones causan cambios molestos en el nivel del alumbrado aumentan el porcentaje del rechazo de las etapas de producción, así como otros efectos indeseables en el control de los procesos. Por consiguiente, una de las características principales que la energía eléctrica debe tener para que sea aprovechable, es que se ha suministrada con una estabilidad adecuada de su tensión.

PROPORCIONAR CAPACIDAD ADECUADA PARA SUMINISTRAR ENERGIA EN  
CONDICIONES MAXIMAS DE CONSUMO.

El sistema de distribución debe tener suficiente capacidad para satisfacer la demanda máxima. Sin embargo, un sistema que tiene apenas la capacidad necesaria en la actualidad será, un sistema que tiene apenas la capacidad necesaria en la actualidad será, muy probablemente, insuficiente en un futuro cercano. Puesto que las provisiones necesarias para el equipo del sistema de distribución y los circuitos correspondientes se incorporan al diseño del edificio, el cuál, una vez construido, es difícil modificar el pasar por alto la capacidad requerida en el futuro puede ser una omisión sumamente cara.

El uso de la electricidad en los edificios comerciales y en las plantas industriales esta creciendo a un ritmo muy acelerado, - sin que puedan apreciarse signos de que decrezca en el futuro.- Mayores cargas de alumbrado, nuevas máquinas de oficina y el -- equipo de aire acondicionado necesario para eliminar el calor - adicional disipado en un edificio, contribuyen al crecimiento - de la demanda en edificios comerciales.

Asimismo, el ritmo de crecimiento de la tensidad de carga eléctrica, en areas de manufactura es bastante similar, debido a -- las prácticas modernas de alumbrado con mayores niveles de iluminación, a máquinas más rápidas y al crecimiento de la automatización. La carga en las plantas industriales varia considerablemente, dependiendo del tipo de manufactura y grado de avance en los procesos; ya que al aumentar la productividad del trabajador, se aumentan las necesidades de energía eléctrica, resultando mayores demandas en las areas de manufactura.

Un sistema con capacidad insuficiente es la causa de una mala - regulación de voltaje, lo cuál ocasiona un alumbrado defectuoso, mayor mantenimiento, baja productividad del personal y del equipo y reducción en la vida útil del sistema de distribución y de las máquinas eléctricas. Además, la capacidad inadecuada de un - sistema limita lastimosamente las posibilidades de modernizar las instalaciones y de usar equipo y máquinas modernas.

### III.- PROPORCIONAR ENERGIA DONDE SE REQUIERE

Se usan ductos y cables en conduit para llevar la energía eléctrica a los aparatos que la usan. Los ductos se usan, principalmente, en sistemas de baja tensión, y el cable se emplea ampliamente en todos los niveles de tensión usados en sistemas de distribución.

Las Cías. suministradoras transmiten la energía eléctrica desde puntos distantes en alta tensión entre los dos extremos de la línea. Los clientes industriales pueden reducir a menudo la caída de tensión ventajosamente en una manera similar, dividiendo la planta ó el edificio en "area de carga" y distribuyendo la energía a cada una de dichas areas.

Como ya se ha dicho, las necesidades futuras deben preverse cuando se proyecta un sistema de distribución. En la misma forma, los cambios probables en la localización de las cargas debidos a modificaciones de los procesos de manufactura, así como a nuevas máquinas que representan cargas adicionales, - deberán ser previstos. Una manera conveniente de proporcionar la flexibilidad necesaria en un sistema de modo que satisfaga los cambios en forma económica.

## 2.- MEDIO DE CONTROL.

- A) Dispositivos de control para alumbrado.
- B) Circuitos alimentadores.

### PROPORCIONAR ENERGIA CUANDO SE REQUIERE.

La "válvula" del sistema eléctrico de distribución es el interruptor ó el contactor. Con objeto de suministrar la energía eléctrica cuando se necesita, estos dispositivos deben llevar las siguientes funciones:

- A) Conducir la corriente normal del circuito sin sobrecalentarse.
- B) Desconectar sin peligro el circuito bajo condiciones normales ó anormales a voluntad del operario.

### CONDUCCION DE LA CORRIENTE.-

La capacidad normal de un dispositivo de conducir la corriente del circuito esta determinada, principalmente, por el limite de temperatura de operación permitida para dicho dispositivo. Los aparatos para protección de circuitos son también conductores y, por tanto, actúan como tales; la corriente que fluye por ellos eleva su temperatura. Puesto que los cambios instantaneos de la intensidad de la corriente que circula por los dispositivos no producen a su vez cambios instantáneos en la temperatura de los mismos, los aparatos de protección de circuitos pueden manejar sobrecargas momentaneas. Es por esta razón por lo que estos aparatos pueden satisfacer las condiciones de sobrecarga que exceden su capacidad de trabajo continuo las cuales se presentan debido al arranque de los motores, características de los ciclos de operación de los motores y a la corriente inicial de lámparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentaneos de corriente, debidos a las causas anteriores, se consideran normales y el dispositivo de protección del circuito debe tener la capacidad suficiente para manejarlos.

### INTERRUPCION DE LA CORRIENTE.-

Básicamente, en todos los circuitos eléctricos, la corriente no deja de fluir en el instante en que el interruptor se abre. La inductancia del circuito obliga a la corriente a continuar circulando a través del claro formado por los-

contactos del interruptor en la forma de un arco eléctrico, - Conforme los contactos del interruptor se abren, el arco se hace mas largo y, finalmente, se extingue debido a que la tensión es insuficiente para sostenerlo.

El interruptor básico de navajas se abre y se cierra a una velocidad que depende de la rapidez con que lo accione el operario. A pesar de que a este tipo de interruptor se le clasifica con una capacidad de conducción continua de corrientes este no tiene clasificación ó especificación de corriente al cerrar ó al abrir las cuchillas. Los dispositivos que pueden abrir y cerrar con carga. se diseñan generalmente de modo que sus contactos abran ó cierren a una velocidad que es independiente de los movimientos del operario. Para lograr este efecto, los mecanismos de dichos dispositivos se llaman "contacto rápido, apertura rápida ó mecanismos de "energía acumulada". La acción del mecanismo se lleva a cabo acumulando energía en un resorte, la cuál es entonces liberada cuando se requiere para abrir ó cerrar los contactos rápidamente.

El contactor para arrancadores magnéticos debe ser capaz de llevar a su operación en forma rápida, confiable y -- repetidamente. Muy a menudo, debe abrir y cerrar sus contac--tos bajo carga eléctrica muchos miles de veces durante su - - vida útil. Este tipo de contactor debe soportar interrupcio--nes de corriente que sean hasta seis veces la corriente nor--mal de trabajo que es lo que ocurre cuando el motor que con--trola se sobrecarga ó se atora.

En el caso de interruptor de "contacto rápido" y apertu--ra rápida, la velocidad de cierre y de apertura de los contac--tos del arrancador magnético son también independientes del - operario. En los arrancadores magnéticos, el cierre rápido se obtiene por medio de un conjunto electromagnético y en los - arrancadores manuales por un mecanismo de resorte, semejante al que se usa en un apagador ordinario. La operación rápida - en estos arrancadores manuales se obtiene liberando la ener--gía de un resorte ó por la acción de dicho mecanismo usado en los apagadores.

El interruptor termomagnético ó el interruptor de cuchillas que se usan en un arrancador combinado no es normalmente accionado por el operario para cerrar ó abrir el circuito del motor que controla. En este caso los dispositivos mencionados se usan para desconectar el circuito de carga cuando se va a hacer una reparación al equipo, dando así protección al electricista. Asimismo su función es proporcionar, además, la protección al circuito contra cortos circuitos. Sin embargo, el interruptor termomagnético ó de cuchillas puede ser cerrado por algún descuido bajo condiciones de corto circuito y rápidamente abrirlo antes de que el fusible haya tenido tiempo de fundirse. También puede ocurrir que el dispositivo sea abierto bajo condiciones, tales como circuito de alumbrado, es normal que los interruptores abran y cierren con carga, por lo que en dichas aplicaciones existe también la posibilidad de que el interruptor se cierre ó se abra bajo condiciones de sobrecarga ó corto circuito. En todos estos casos, el interruptor termomagnético ó de cuchillas debe ser capaz de operar satisfactoriamente y con seguridad, sin riesgo alguno de daños al equipo ó a los operarios. Los dispositivos de protección de circuitos que han sido satisfactoriamente probados y que pueden satisfacer las condiciones de trabajo arriba indicadas, son los siguientes:

Interruptores termomagnéticos en caja moldeada,  
Combinaciones de interruptores termomagnéticos y  
fusibles.

Limitadores de corriente.

Interruptores de cuchillas combinados con fusibles.

PROPORCIONAR PROTECCION PARA EL PERSONAL DE OPERACION  
Y MANTENIMIENTO.-

La satisfacción de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo eléctrico reducirán grandemente el número de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

- A) El uso de equipo de interrupción con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energía a todos los circuitos bajo cualquier condición normal ó de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupción, tales como interruptores de dos vías, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva, siempre y cuando sean dotados de un enclavamiento ó entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.
- B) Ponganse todas las partes dentro de un gabinete metálico, el cuál debe estar conectado a tierra.
- C) Ponganse a tierra todas las corazas de las máquinas y aparatos eléctricos.
- D) No se haga ningún trabajo en equipo eléctrico que este energizado, cualquiera que sea la tensión.

Los primeros dos fundamentos de seguridad se satisfacen automáticamente cuando se especifica el equipo adecuado y se instala nuevo. Para satisfacer la tercera norma, se requiere poner en práctica los procedimientos adecuados de instalación. Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en práctica reglas y procedimientos de mantenimiento adecuados.

PROPORCIONAR PROTECCION AUTOMATICA A LOS CIRCUITOS  
AL OCURRIR CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO

Las dos condiciones anormales más comunes son:

- A) Sobrecarga
- B) Corto circuito

Una sobrecarga ocurre cuando el equipo toma demasiada corriente durante un período de tiempo demasiado largo. Esta condición puede ser ocasionada por la operación defectuosa del equipo (tal como un motor con su rotor bloqueado), ó por la operación simultánea de un número anormal de aparatos eléctricos en un sistema de distribución.

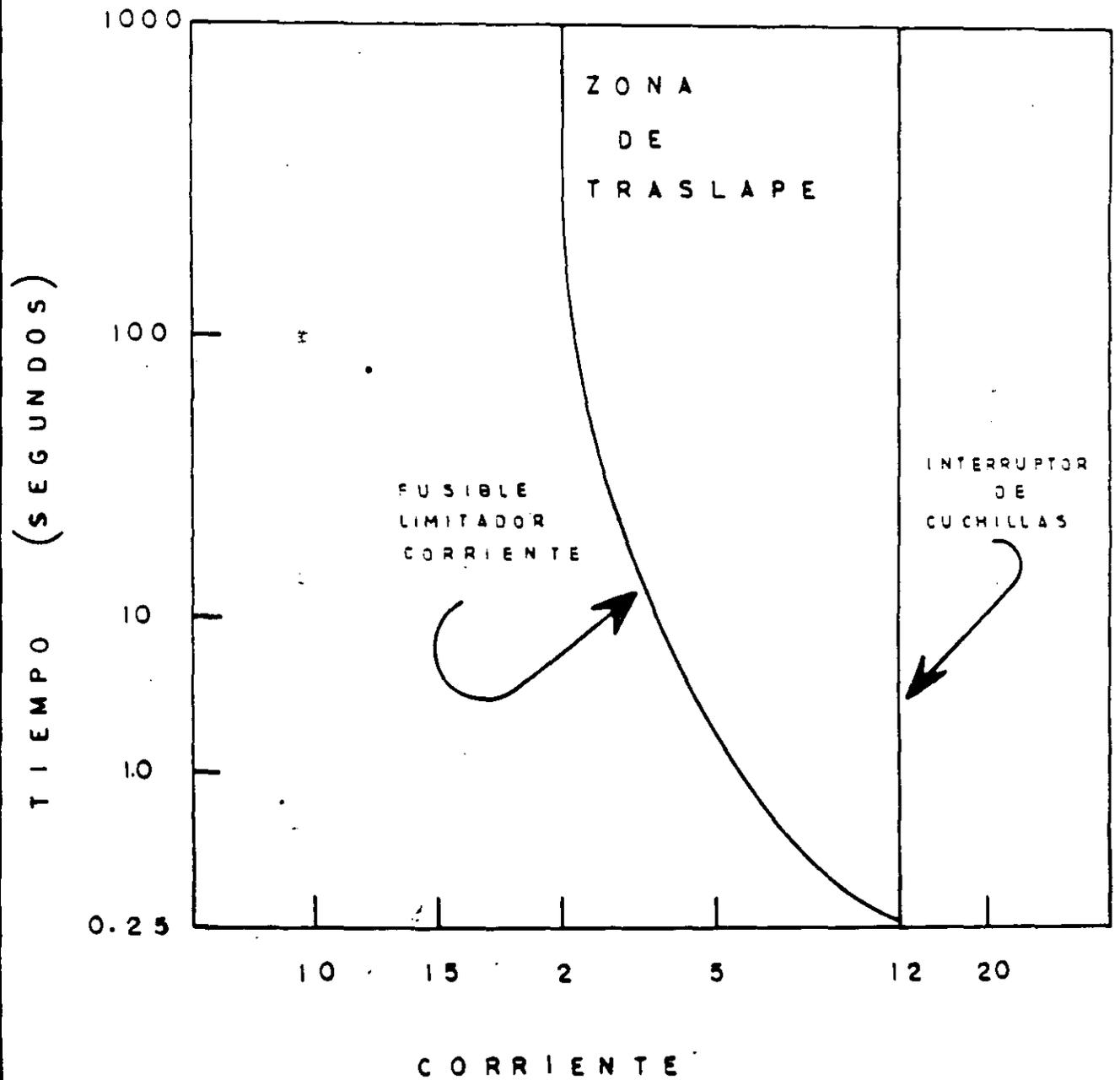
Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra. Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario. Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente contra condiciones anormales a los circuitos que alimentan. Puesto que los interruptores de cuchilla son operados exclusivamente por el personal, es natural que no abran automáticamente bajo condiciones anormales del circuito. Por consiguiente, normalmente se usan fusibles conjuntamente con este tipo de interruptores, los cuales proporcionan la protección automática requerida.

El interruptor ó los fusibles, cuyas capacidades son insuficientes, pueden ser precisamente la causa de consecuencias que pueden ser más serias que la falla eléctrica, tales como un incendio, destrucción del equipo ó lesiones al personal. Por tanto, en tratándose de dispositivos de protección de circuitos, es esencial seleccionarlos con características adecuadas. El dispositivo de protección de circuitos, cuyas características no satisfacen los requerimientos del circuito, puede ser comparado con los frenos defectuosos de un automóvil. Pueden ser capaces de funcionar correctamente en paradas normales, pero en caso de una emergencia verdadera, la destrucción y el daño que pueden causar son enormes.

La cantidad de energía involucrada cuando un dispositivo de protección de circuitos no es capaz de interrumpir la corriente de corto circuito ó de sobrecarga puede ser tan grande que haga estallar en pedazos al dispositivo mismo dando lugar a un desastre.

En un interruptor termomagnético, electromagnético, ó sumergido en aceite, los contactos que abren y cierran la corriente normal son los mismos que interrumpen las sobrecargas y las corrientes de corto circuito. En la combinación de un interruptor de seguridad de cuchillas y de fusibles, el interruptor se usa de ordinario para las operaciones normales y los fusibles se encargan exclusivamente de la protección automática. Sin embargo, el interruptor puede estar sujeto a sobrecargas considerables. Considerese, por ejemplo, que ocurre un corto circuito en un ramal cuyo alimentador está abierto. Al cerrar el interruptor del alimentador, el operario se da cuenta de la falla y abre el interruptor antes de que el fusible se funda. El operario debió permitir al fusible liberar la falla usando su buen juicio, sin embargo en tal emergencia el personal puede actuar instintivamente en forma incorrecta. Puede ser también que el operario no esté enterado sobre que hacer en esa emergencia. En los interruptores con mecanismos de "energía acumulada" ó de "acción rápida", el tiempo mínimo de reacción del operario que transcurre para cerrar y abrir el interruptor es de aproximadamente un cuarto de segundo. Durante este lapso de tiempo, algunos fusibles pueden dejar pasar hasta quince veces su capacidad de corriente antes de que su elemento llegue a la temperatura de fusión. En este caso, las cuchillas del interruptor más bien que los fusibles, han interrumpido el corto circuito.

Cuando un interruptor de cuchillas tiene esta capacidad, se conoce con el nombre de interruptor desconectador. Un interruptor desconectador combinado con fusibles es un equipo que está debidamente coordinado.



( NUM. DE VECES LA CAPACIDAD DEL INTERRUP )

CAP. INT. MAX. 200000 AMPS. RMS/SIM

FIG - N 21



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES  
PARA EDIFICIOS**

**ING. NOE ARMAS MORALES**

a).- SUB ESTACIONES TRANSFORMADORAS.

b).- SUB ESTACIONES DISTRIBUIDAS.

La energía eléctrica generada en las centrales eléctricas, es transmitida a las subestaciones de transformación y distribución eléctrica.

En las subestaciones de transformación eléctrica se reduce el voltaje de transmisión a los voltajes de distribución.

RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS, LINEAS DE TRANSMISIÓN Y CENTRALES GENERADORAS.

La energía eléctrica generada en las centrales eléctricas - no puede ser transmitida a las subestaciones de transformación y distribución - consumiendo la energía eléctrica por lo cual podemos decir que la eficiencia es alta.

CONCLUSIÓN.

La transmisión eléctrica no es más que un conjunto de elementos que nos permiten cambiar la característica de la energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. a C.C., o bien conservarla dentro de ciertas características.

RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS, LINEAS DE TRANSMISIÓN Y CENTRALES GENERADORAS.

Los voltajes de generación en las Centrales Generadoras por razones técnicas (aislamiento, enfriamiento, etc) son relativamente bajos en relación a los voltajes de transmisión, por lo que si la energía eléctrica se va a transportar a grandes distancias estos voltajes de generación resultan muy económicos debido a la gran --

Caída de voltajes que se tendría, de aquí se presenta la necesidad de transmitir la energía eléctrica a voltajes más elevados no resulten más económicamente. Por ejemplo si se va a transmitir energía eléctrica de una central generadora al centro de consumo que está situado a 100 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que es ordinariamente 13.3 Kv. a otro de transmisión más conveniente que en ordenamos de 110 kv. como se ilustra en la Fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.3 kv. al de transmisión de 110 kv. se hace necesario el empleo de una S.E. "A".

Suponiendo que la caída de voltaje en la línea de transmisión fueran cero volts tendríamos en el centro de consumo 110 kv., es claro que este voltaje no es posible emplearlo en instalaciones industriales y aun menos en comerciales y residenciales, de aquí se desprende la necesidad de reducir el voltaje de transmisión de 110 kv. a otros u otros más convenientes de distribución en centros urbanos o de consumo, por tal razón será necesario emplear otra subestación eléctrica B como se ilustra en la fig. 3.

De lo anteriormente estudiado se puede observar que existe una estrecha relación entre las subestaciones eléctricas, líneas de transmisión y centrales generadoras.

Figura Nº 1

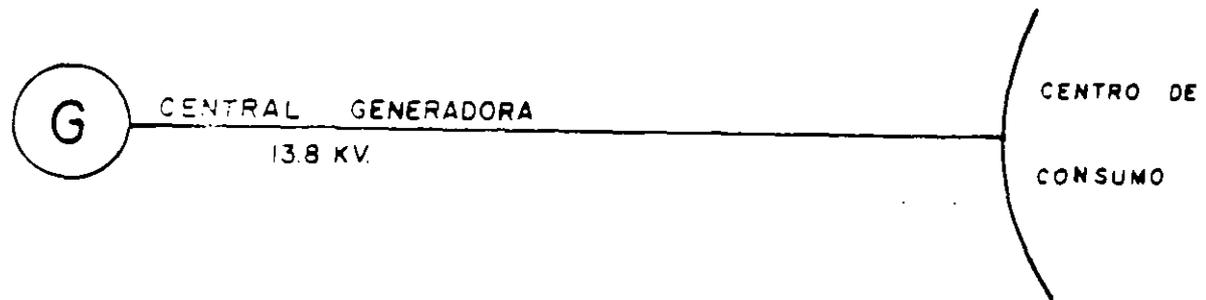


Figura Nº 2

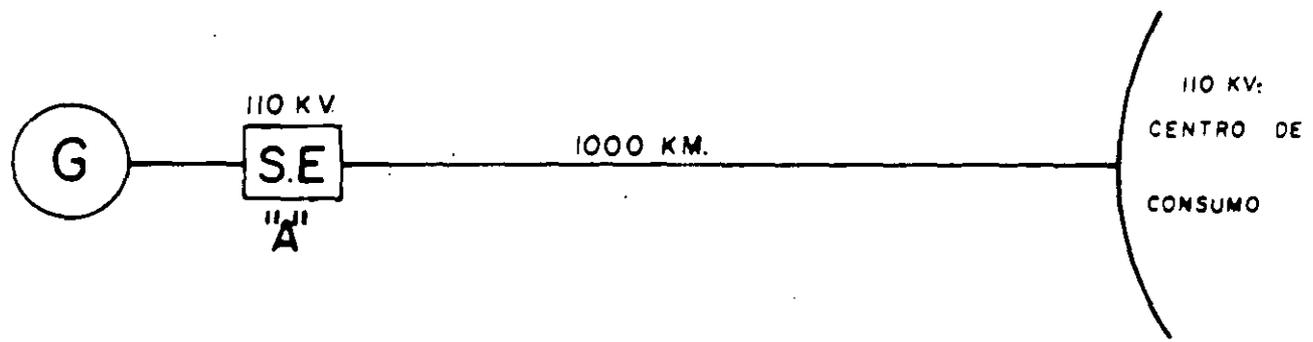
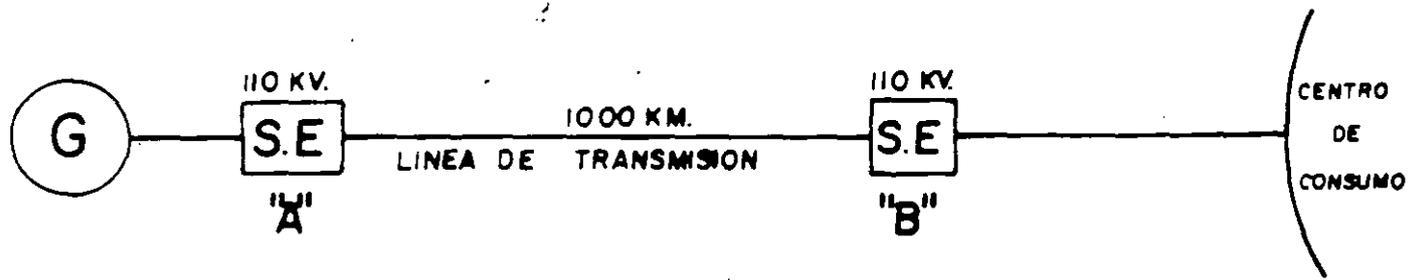


Figura Nº 3



CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Es difícil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas a pesar de lo anteriormente expuesto, vamos hacer la siguiente clasificación.

- a) POR TIPO DE CORRIENTE. 1.- De corriente alterna.  
2.- De corriente continua.
- b) POR SU FUNCION. 1.- Primarias: Elevadores  
Receptoras Reductoras  
De enlace o distribución  
De Switcheo  
Convertidoras o  
Rectificadoras.
- 2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras  
Elevadoras  
Distribuidoras  
De enlace  
Convertidoras o  
Rectificadoras.
- c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie  
2.- Tipo Interior  
3.- Tipo Blindado.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación de alta tensión son los siguientes:

ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor de potencia.
- 3.- Fusibles.
- 4.- Busbarres.
- 5.- Busbarres de distribución de potencia.
- 6.- Líneas de transmisión.
- 7.- Relés.
- 8.- Conmutadores.
- 9.- Transformador de Instrumento.

ELEMENTOS AUXILIARIOS.

- 1.- Cables de Potencia.
- 2.- Cables de Control.
- 3.- Alumbrado.
- 4.- Estructura.
- 5.- Herrajes.
- 6.- Equipo contra incendio.
- 7.- Equipo de filtrado de Aceite.
- 8.- Sistema de Tierras.

En nuestro caso hablaremos sobre las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones para los edificios.

Subestaciones compactas, para servicio interior o interiorie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la energía que las compañías suministradoras de energía ( C.F.E. y/o Cía. de Luz ) proporcionan a un precio más barato, a tensiones bajas en la industria, las instituciones o el comercio.

Antiguamente las subestaciones eran un dispositivo molesto, voluminoso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generaban el ruido de los aparatos. Actualmente se usan las subestaciones unitarias, que son compactas, no presentan peligro, son fáciles de instalar, de mover de lugar, de limpiar y tienen un valor de recuperación mayor que las del tipo antiguo. (subestaciones abiertas).

El costo actual aproximado de una subestación compacta es del 50 a 75% del valor de una subestación abierta del tipo antiguo.

Las subestaciones unitarias se fabrican en secciones o partes, para facilitar su transporte y montaje, pero una vez instalados forman un solo conjunto. Cada sección o parte lleva una función: mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los aparatos o equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios aparatos, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:

ALTA TENSION.- Es el lugar en que se hace la conexión en alta tensión a la subestación. En esta sección, cuando se compra energía a la C.F.E. y/o Cía. de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- Es la seccion que sirve para controlar el buen funcionamiento de los medidores de la cia. suministrador. Esta seccion anteriormente, a la vez que la seccion de las corrientes era obligatoria, por pedirlo así la Direccion General de Electricidad ( ). En la actualidad se hace como en otros paises más adelantados: se verifican los aparatos de medición antes de instalarlos o se comprueba el consumo y la demanda máxima en baja tensión, agregando un 2% por pérdidas en los transformadores. Por las razones expuestas, ahora se hace la comprobación de medidores solamente a solicitud del usuario, así como incluir en la subestación la seccion de verificación es opcional por parte del cliente, siempre que éste acepte por escrito, que en caso de comprobación de los medidores se le interrumpa el servicio unos 20 ó 30 minutos. Con la seccion de verificación, no es necesaria esta interrupcion, ya que se cuenta con cuchillas desconectadoras que transfieren la línea normal a un circuito donde se instalan brevemente aparatos de medición, sin necesidad de interrumpir el servicio.

Cuando quitamos la celda de verificación que normalmente consiste de 3 juegos de cuchillas tripolares operacion sin carga: dos de esas cuchillas tripolares son para la verificación, y la otra cuchilla tripolar es para mantener la continuidad o aislar la continuidad en la subestación eléctrica. Como se vera para cumplir con el reglamento de obras e instalaciones en vigor nunca debe suprimirse esta cuchilla tripolar operacion en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual sustrimirla, pero cuando se desea darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontramos con el problema de estar solicitando licencias a las compañías suministradoras; y al sustrimirla estamos violando infruntamente el reglamento.

Interrupción. - Esta sección tiene por objeto que el gas no se interrumpa en un momento dado, ya sea manualmente o automáticamente con la finalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede ser debida a: mantenimiento, reparaciones o en accidentes, o bien, puede ser ocasionada por sobre carga o cortos circuitos que dañen uno o más de los transformadores y el resto del equipo.

Desconectores. - Los desconectores, son para abrir un circuito, con fines de repararlo o modificarlo. No tienen protección de sobrecorriente ni corto circuito, ni tienen capacidad de apertura con carga, por eso, antes de abrir un desconector, hay que quitar la carga. Los desconectores naturalmente son más baratos que los interruptores.

FUSIBLES. - Cuando un circuito se requiere proteger por sobrecorriente, se usan los fusibles. Por ejemplo: a una subestación con varios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y derivado de este, se ponen varios juegos de 3 fusibles para proteger a cada transformador. Este procedimiento, aunque abarata la instalación tiene el inconveniente, de que una falla o desconexión voluntaria del interruptor general, paraliza todo el sistema.

ESQUELETOS LIPIRES. - Estos son gabinetes vacíos o que en algunas condiciones se dejan instalados las barras alimentadoras. Se usan, cuando

dos o más transformadores grandes se montan atrás de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en el futuro se pueda montar.

Si los transformadores se montan en el mismo eje de la subestación, el espacio entre las celas de intersección con su transformador, y el espacio entre la intersección con su transformador se hace por medio de los bancos horizontales.

TRANSFORMADOR. - Como se nombra lo indica es la sección donde se encuentra la entrada administrada en alta tensión para los voltajes nominales 6, 13.2, 20/23 y 34.5 kv., a los cuales se les denomina respectivamente de clase 7.5, 15, 25 y 34.5 kv. en alta tensión, y baja tensión, utilizable en los aparatos de consumo 440, 220/127.5 volt. Los transformadores tienen bobinas que son aisladas y enfriadas por el aceite contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifásicos, conexión en alta tensión en delta y baja tensión en estrella con neutro accesible, para los circuitos de alumbrado. En el circuito de alta tensión o primario se instalan derivaciones, que pueden cambiarse por medio de una palanca, sin estar energizado en transformador; las derivaciones son para poder ajustar en alta tensión las diferencias que puedan haber en los voltajes suministrados por las compañías suministradoras; son normalmente dos derivaciones del 2 1/2 % de la tensión nominal para ajustar arriba y dos para ajustar abajo. Como todo aparato eléctrico, que se alimenta con electricidad, el transformador sufre un calentamiento. Este calentamiento normal es de 55°C sobre una temperatura ambiente máxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas altas. Los transformadores por aire de este tipo se usan en regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.N.M.). Es de notar que este tipo de transformadores no funcionan bien en otros lugares, debido a la falta de ventilación adecuada, y que para el diseño de un transformador que opere a la altura de la tierra por aire se debe considerar las presiones barométricas. Los transformadores de este tipo se usan en México con una frecuencia de 60 ciclos por segundo.

En las estaciones unitarias los transformadores vienen dotados con un tipo de juntas las cuales en los lados superiores, donde se alojan las terminales, están selladas como se ve en la figura.

La capacidad de los transformadores se mide en Kilovolt-amperes.

Pueden fabricarse transformadores con características diferentes de las nombradas anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caros y con frecuencia las alteraciones o innovaciones son inútiles.

#### CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las siguientes características:

INTERIOR.— Para ser montadas en el interior de un edificio, debe estar cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes físicos que la perjudiquen. Se fabrica con láminas de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

EXTERIOR (O SEMI-EXTERIOR).— Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestas a la lluvia, el sol y vientos ocasionales. Se fabrican con láminas más gruesas, de

3.2 cm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empuje de hule y sin dejar expuestos aparatos o elementos de control.

INSTALACIONES. - En la República Mexicana en las 60 Hz. normalizadas.

11.1. - Las tensiones de las líneas de distribución las encontramos distribuidas con 13.2, 22.9 y 34.5 kv., sin embargo en algunas tensiones que poco a poco van a desaparecer, como son 6,999 volts. Las tensiones 2.4, 4.15 y 6 kv. se usan para distribución residencial de carácter privado.

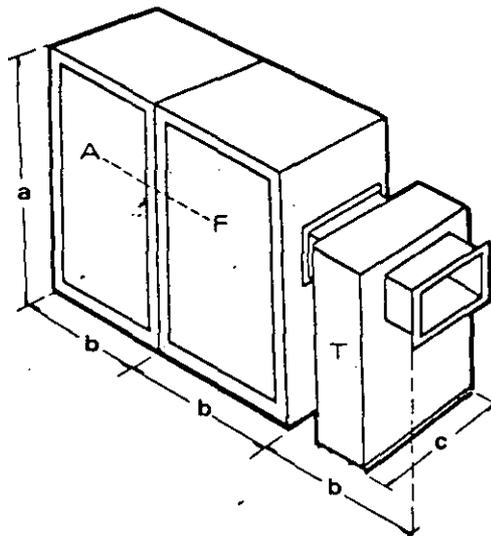
11.2. - Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden consistir varios transformadores en una sola subestación, haciéndole de capacidad mayor con el equipo estándar.

TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cia. de Luz.	Apartarrayos Mufa Pasamuros.	A
VERIFICACION DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite.  Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (ACI). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se deja libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enfriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 55/40°C a 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipo Seco. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T

TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

GABINETE	DIMENSIONES EN CENTIMETROS					
	2.4 a 15 KV.			HASTA 25 KV.		
	a ALTO	b ANCHO	c FONDO	a ALTO	b ANCHO	c FONDO
A	240	110/150	120/150	260	200	200
B	240	150/150	120/150	260	150	200
C	240	130/150	120/150	260	150	200
D	240	110/150	120/150	260	150	200
E	240	110/150	120/150	260	150	200
F	240	Variable	120	260	Variable	200
T	TRANSFORMADORES.					
45-112.5 KVA MAXIMO	150	145	145	200	150	170
150-500 KVA MAXIMO	170	160	225	200	170	240
750-1000 KVA MAXIMO	180	180	260	230	190	260



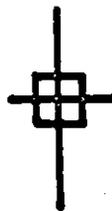
## 3.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES.

## ACOMETIDAS:

Por medio de mufa.



Por medio de pasamuros.



Por medio de tubo



## INTERRUPTORES:

Interruptor sin fusibles

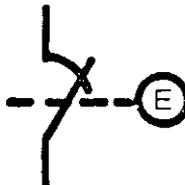
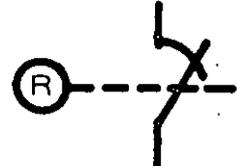


Interruptor con fusibles



Fusibles solos



Operación eléctrica	
Operación por relevador	
DESCONECTADOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.	
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <b>MEDICIONES</b> </div>	
Equipo de Medición de la Cía. de Luz	
Wattmetro	
Wathorímetro (Medidor)	

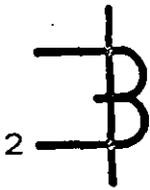
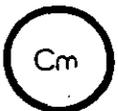
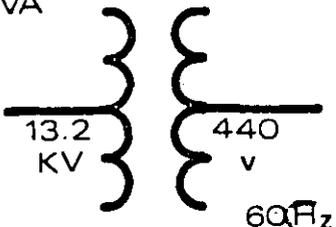
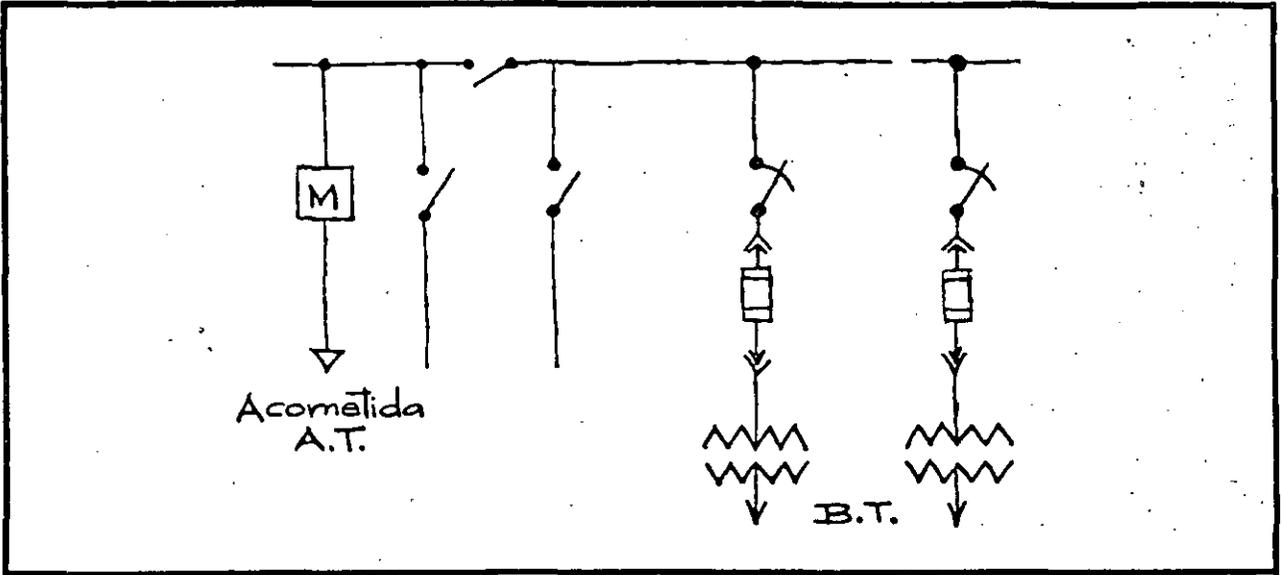
Ampérmetro	
Vóltmetro	
Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)	
Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)	
Conmutador.	
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">TRANSFORMACION.</div>	
Transformador de Distribución o de Potencia. (Los números indican sus principales características)	<p>500 KVA</p> 

TABLA No. 3.—CARACTERISTICAS ELECTRICAS  
PRINCIPALES DE LAS  
SUBESTACIONES NORMALES.

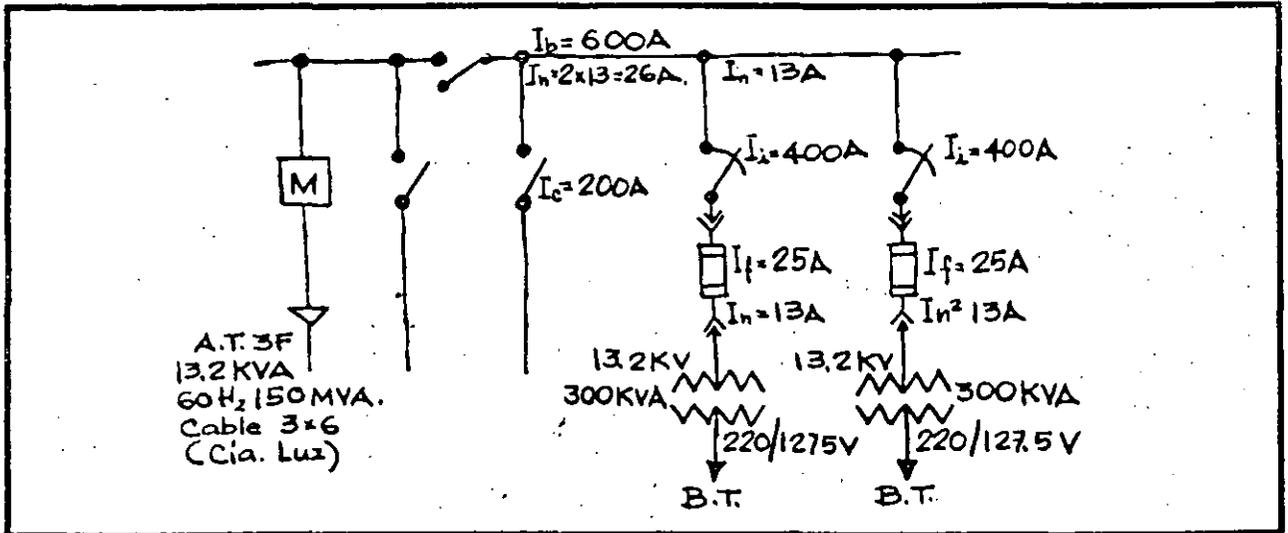
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	3	1000	6	
150	2.4	36	100	63	400
	4.16	21	100	40	
	6	15	150	40	
	13.2	7	150	16	
	23	4	1000	10	
225	2.4	54	100	100	400
	4.16	31	100	63	
	6	22	150	40	
	13.2	10	150	25	
	23	6	1000	16	
300	2.4	72	100	100	600
	4.16	42	100	100	
	6	29	150	63	
	13.2	13	150	25	
	23	8	1000	16	
500	6	48	150	100	600
	13.2	22	150	40	
	23	13	1000	25	
750	6	72	150	100	600
	13.2	33	150	63	
	23	19	1000	40	
1000	13.2	96	150	160	600
		44	150	100	
	23	25	1000	63	

4.—COMO DISEÑAR UNA SUBESTACION UNITARIA.

1°—Haga un diagrama unifilar sencillo de la subestación tal como la tenga pensada.



2°—Ponga en el diagrama los datos de suministro de la Cia de Luz y los valores normales del equipo (Ver Tabla No. 3).

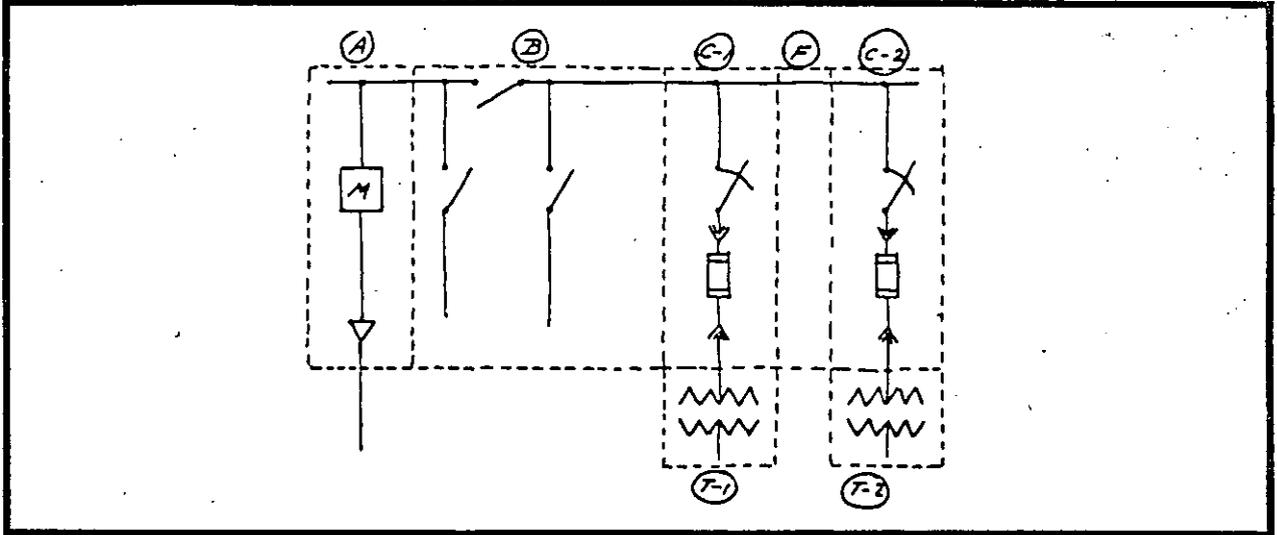


La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos me-

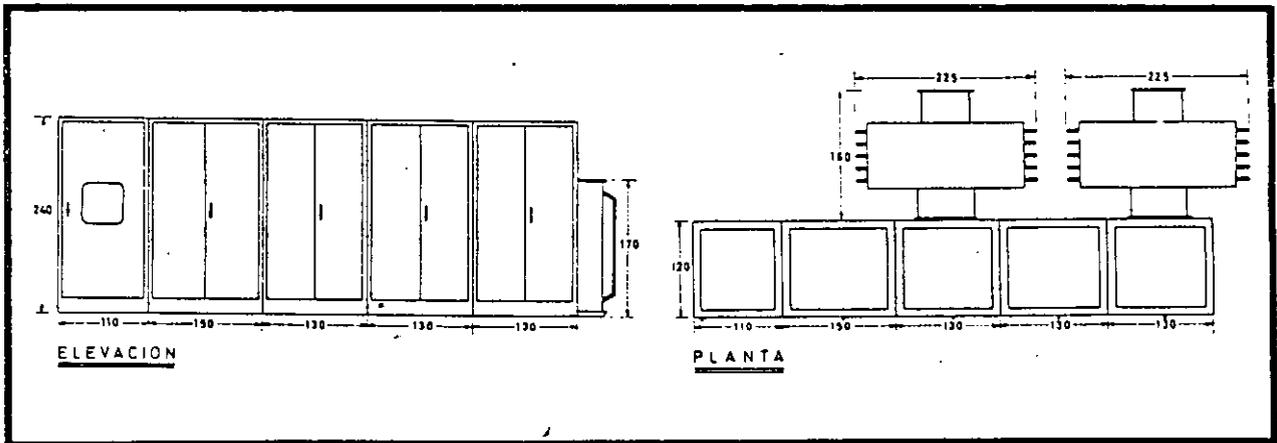
cánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad de los desconectores generalmente es de 200A., la de los interruptores de 400A. y de las barras de 400, 600 ó 1200A. según el tamaño de la subestación.

3°—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con recángulos cada grupo (Ver Tabla No. 1).

Póngase una letra y un número, si el mismo equipo se repite. En nuestro ejemplo sería A, B, C-1, F, C-2, T-1, T-2.



4°—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



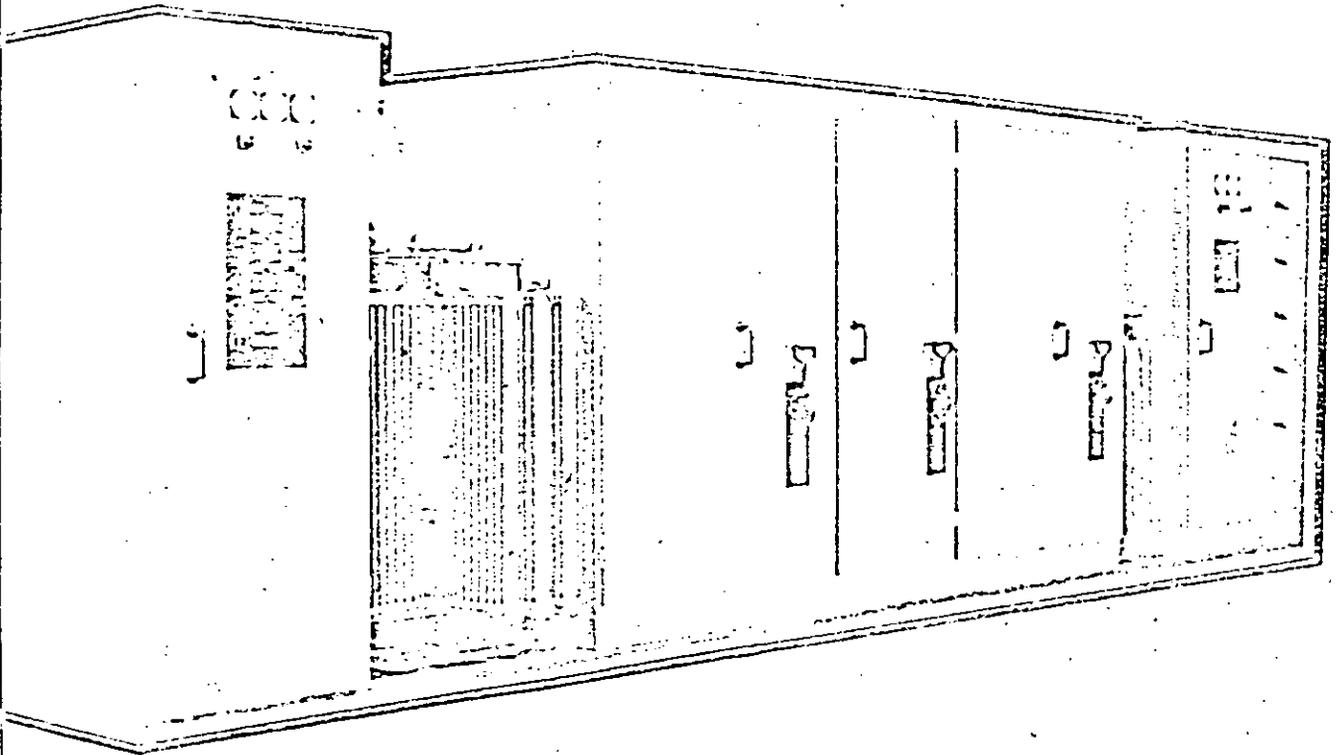
5°—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados casos son útiles. Entre otros, se encuentran los instrumentos de medición, la operación eléctrica y disparo automático con diversos relevadores de los interruptores. Los apartarrayos son útiles en subestaciones a la intemperie, cuando

la Cia. de Luz no los pone en su poste de acometida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, lo normal es que ya no se pongan las cuchillas de prueba.

XERO  
COPY

XERO  
COPY

XERO  
COPY



LOS GENERALIDADES DE OBTENER ENERGIA ELÉCTRICA EN LAS  
EDIFICACIONES EN EL EDIFICIO.

21

I.- Las compañías suministradoras tienen que ofrecer: una a baja tensión; tarifa no. 2 para servicios generales hasta 40 kw. de potencia y la tarifa no. 3 para servicios generales a potencia de 40 kw. de potencia o más.

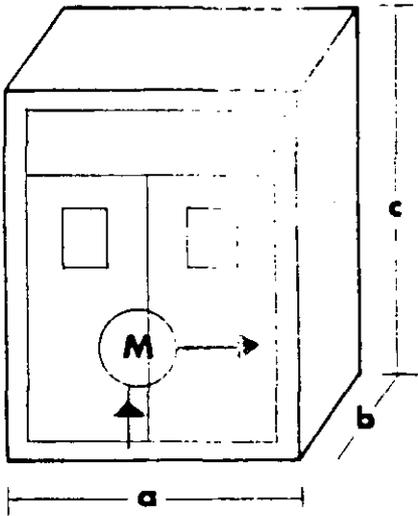
La otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 3 hasta 400 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 33 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide mensualmente la compañía suministradora es menor, le cobrará al usuario un sobrecargo que resulta de dividir 85% entre el factor de potencia medido; el cociente aunque sea mayor de 7 como máximo será esta cantidad la que multiplique el costo de la factura. Para librarnos de este recargo se necesita instalar un banco de capacitores.

Las tarifas generales de las compañías suministradoras ya sea que las soliciten a las mismas o se adquiera el diario oficial del 16 de noviembre de 1976; también recomendamos al solicitar un nuevo servicio o aumento de carga aparte del costo de la obra eléctrica que realizan las compañías suministradoras hay que pagar una cantidad por el llamado régimen de cuotas que varía según las zonas del país ( I, II, III ) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



GABINETE .-

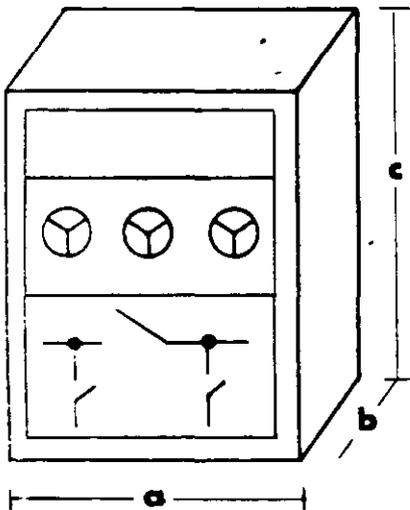
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en alta-tensión de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la acometida y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominandolas IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando -- las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó viceversa en el segundo caso.

KV	ASOCIACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	260
34.5	280	280	300

EQUIPO.-

Este gabinete se suministra vacío de fábrica con objeto de alojar el equipo de medición -- indicando anteriormente y unicamente se proporcionan las zacatas en los buses de las fases y barra de tierra para poder efectuar -- las conexiones correspondientes.

SECCION II- VERIFICACIONES.-

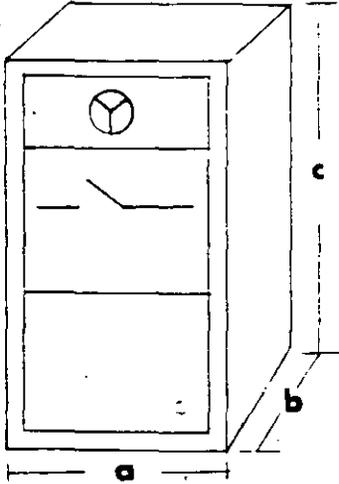


GABINETE.-

Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo de gabinete a la compañía suministradora efectos de verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

KV	ADOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	180	180	240
25	180	200	260
34.5	280	280	300

SECCION II-D.- CUCHILLA



EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fabrica con tres juegos de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga montadas y conectadas de acuerdo con el diagrama unifilar.

GABINETE.-

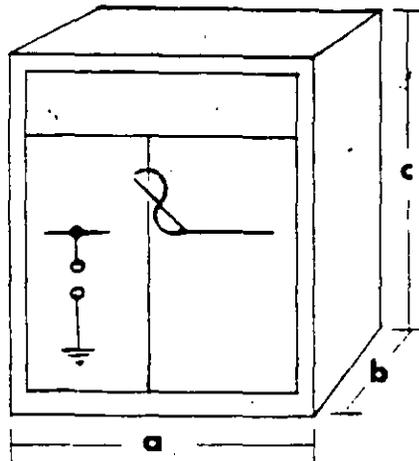
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero ne cesariamente con la interrupción del servicio.

KV	ADOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	260
34.5	150	280	300

EQUIPOS.-

Esta sección se suministra de fábrica con un juego de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

SECCION III-S.- INTERRUPTOR



GABINETE.-

Esta sección denominada INTERRUPTOR, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34,5	250	280	300

Tres apartarrayos tipo autoválvula  
 Un Seccionador en aire baja carga, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva con mecanismo de disparo en los tres polos automáticamente al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca SIEMENS, tipo H251.

#### SECCION III-D.- INTERRUPTOR

##### GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente el tipo de seccionador, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

##### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

Tres apartarrayos tipo autoválvula

Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoneumático, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con mecanismo de disparo automático en los tres polos al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca DELLE, tipo RF6 ó similar.

#### SECCION III-M. INTERRUPTOR

##### GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente en el equipo de protección el cual ÚNICAMENTE se puede ofrecer para las subestaciones en 25 KV, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

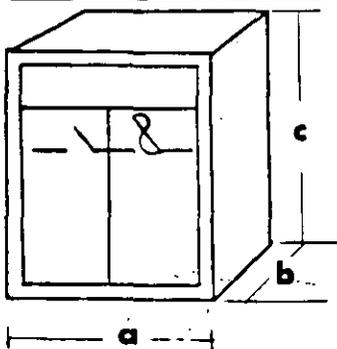
##### EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Tres apartarrayos tipo autoválvula

Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca MECSA, fabricado bajo licencia de MAGRINI M.S.M., tipo 20MG/750/800, con 750 MVA de capacidad interruptiva a voltaje nominal, 800 amperes con mando tipo B-14 manual, provisto de dos relés tipo SA de la capacidad adecuada, con disparo voluntario con bobina de envío de corriente ó disparo automático con bobina de no voltaje, completo con palanca de operación.

#### SECCION IV-CUCHILLAS-FUSIBLES



##### GABINETE.-

Esta sección denominada CUCHILLAS-FUSIBLES, es destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión para circuitos derivados siempre y cuando exista un interruptor general.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	200	280	300

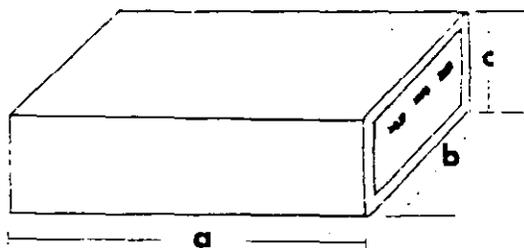
Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Un juego de cuchillas tripolares, de operación en grupo sin carga

Tres bases portafusibles, unipolares, con sus respectivos fusibles de alta capacidad interruptiva.

( Fusible mayor de 50 AMP. consultar a M.E.C.S.A.)

SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



GABINETE.-

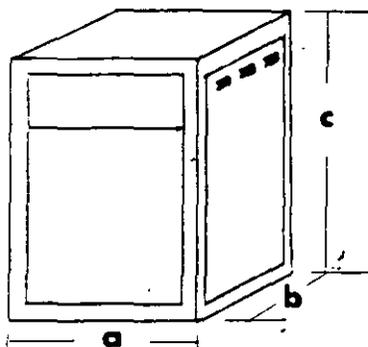
Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que estén acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impiden el acoplamiento directo.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	85	45
25	X	100	50
34.5	X	150	100

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

SECCION V-P.- ELECTRODUCTO DE PISO



GABINETE.-

Esta sección denominada ELECTRODUCTO DE PISO, tiene la misma función que la sección anterior, excepto que, con la variante de que es autosoportada directamente sobre el piso y sus dimensiones de fondo y altura coinciden con las de las secciones a las cuales va acoplada.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	150	240
25	X	200	260
34.5	X	280	300

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

## COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECOSA, estan formadas por la combinación de las secciones descritas anteriormente de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente.

Con objeto de poder identificar las subestaciones de acuerdo con las combinaciones más usuales de las secciones, se han establecido nomenclaturas formadas también por una combinación de digitos y letras en la siguiente forma:

- ① Los primeros digitos indican el voltaje nominal de operación de la subestación por la cual unicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5.
- ② La siguiente letra nos indica el sentido de la subestación, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo cual ésta letra unicamente puede ser I ó D respectivamente.
- ③ El (los) siguiente (s) digito (s) nos indica el número de secciones de — que se compone la subestación.
- ④ La siguiente letra nos indica si la subestación es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICION, VERIFICACION e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituya por cualquier otra combinación, por lo que ésta letra unicamente puede ser N ó E.

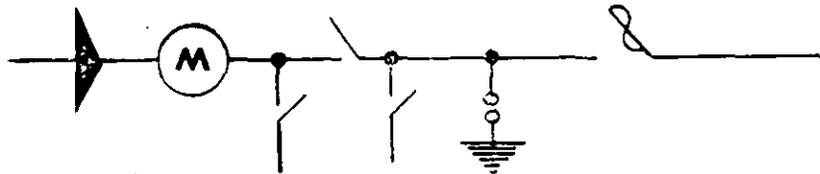


DIAGRAMA UNIFILAR

- ⑤ Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestación, que unicamente puede ser INTERIOR ó EXTERIOR, por lo que, éstas letras serán SI ó SE según el caso.

Como ejemplo ilustrativo de lo anteriormente descrito, vamos a identificar una subestación normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido-derecho para servicio exterior:

25	D	3	N	SE
①	②	③	④	⑤

TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

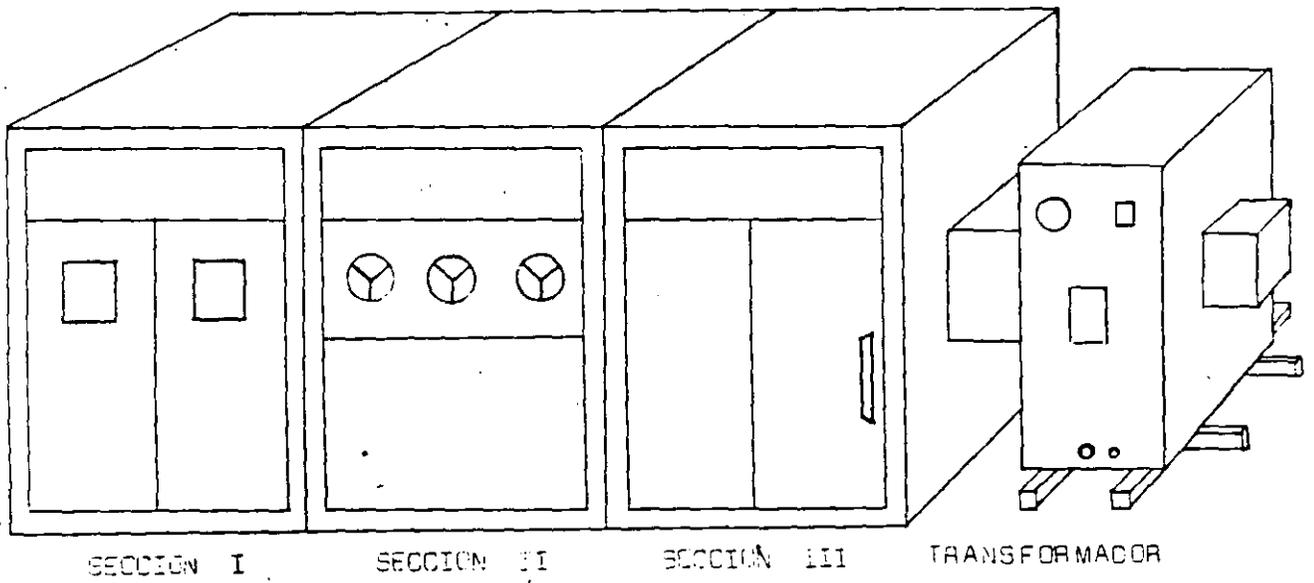
SECCIONADOR CON FUSIBLES SIEMENS					RUPTO FUSIBLES MARCA "DELLE"						INTERRUPTOR "MECSA".	
POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	CAPACIDAD INTERRUPTIVA S.	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	TENSION DE SERVICIO 13.2KV CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	20/23 KV
K.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S.	AMP-RELE	AMP-REL
100	16	1000	16	1000	10/14	10	500	6.3/10	63	1000	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22.4	16	500	10/13	10	1000	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19.2	16	500	16/25.6	16	1000	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25.6	16	500	16/25.6	16	1000	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/28	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37.5	25	500	20/26	20	1000	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	32/44.8	32	500	20/32	20	1000	20/40	10/20
600	63	1000	40	1000	32/44.8	32	500	25/40	25	1000	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	40/56	40	500	32/51.2	32	1000	40/80	20/40
1000	100	1000	63	1000	63/88.2	63	500	40/64	40	1000	40/80	20/40
1250	100	1000	63	1000	80/112	80	500	50/65	50	1000	40/80	40/80
1600	160	1000	100	1000	100/150	100	500	63/100.8	63	1000	80/160	40/80

NOTAS:

- 1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primarios, solo tres fusibles con C.I.S., de 1000 MVA
- 2.- El portafusible DELLE lleva tres relevadores primarios de sobrecorriente y tres fusibles con C.I.S., de 500 MVA ó 1000 MVA
- 3.- El interruptor en bajo volúmen de aceite MECSA, lleva dos ó tres relevadores primarios de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operación, se surte con una bobina de apertura a control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje a tensiones 127/220/254/440 volts.  
También se puede surtir totalmente automático (consultar precio) 20MG/750 MVA simétricos, 800 Amps. nominales

C.I.S. - Capacidad interruptiva Simétrica

Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo volúmen de aceite tipo 20MG/750 MVA simétricos, 800 Amps. nominales.



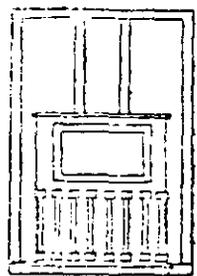
SECTION I

SECTION II

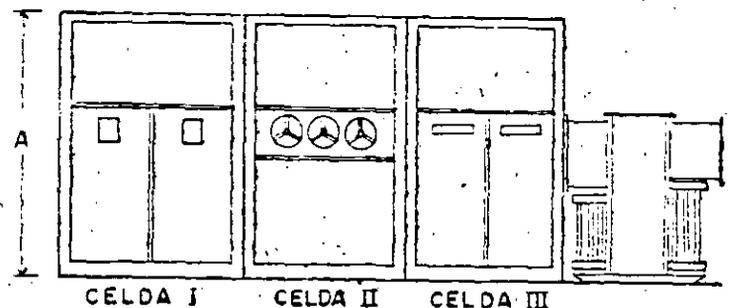
SECTION III

TRANSFORMATOR

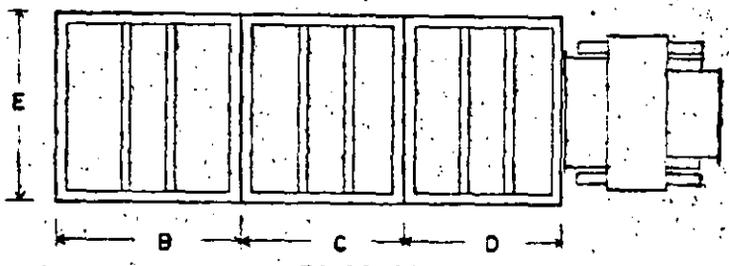
# G A B I N E T E S



PERFIL

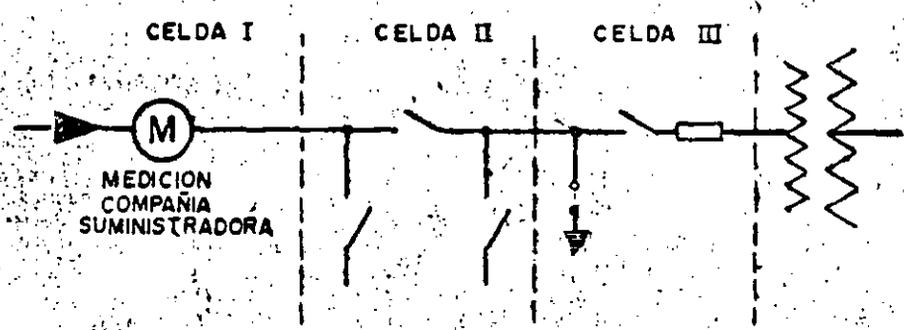


FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO * ID3N T L S I		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA - DERECHA	COLINEAL

30

G A B I N E T E S

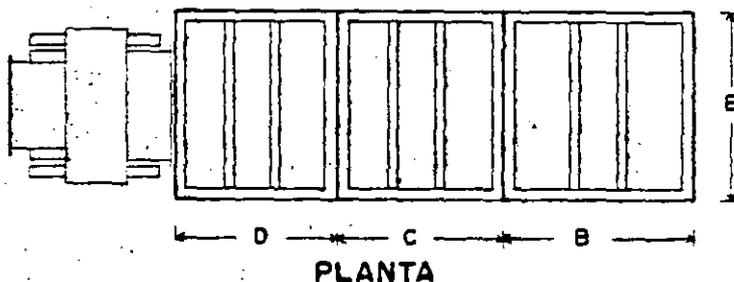
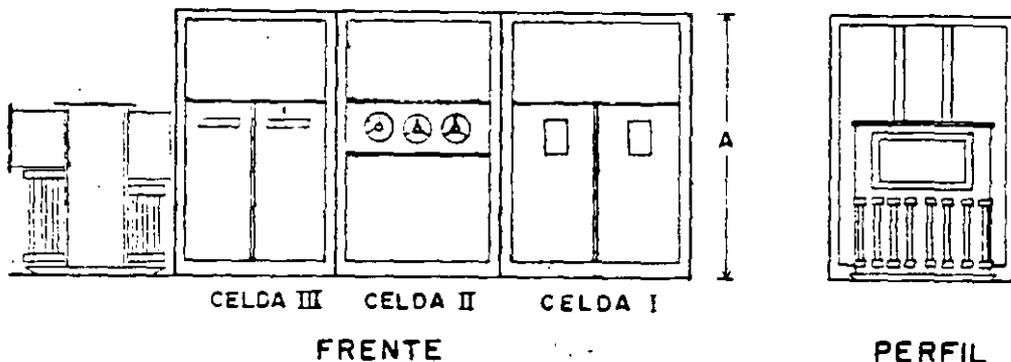
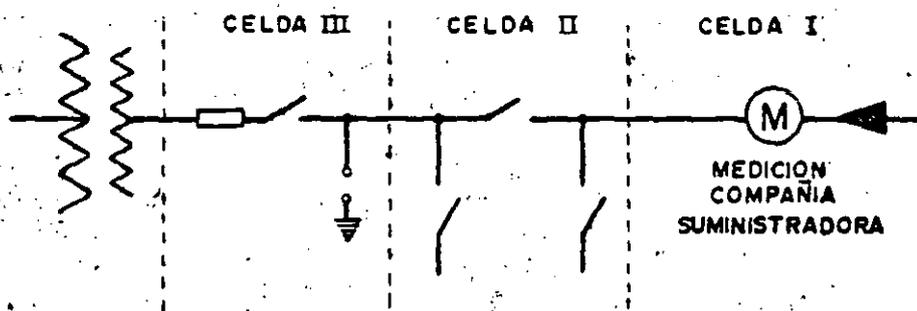


DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DI3NTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

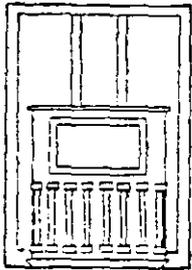
INTERIOR

DERECHA - IZQUIERDA

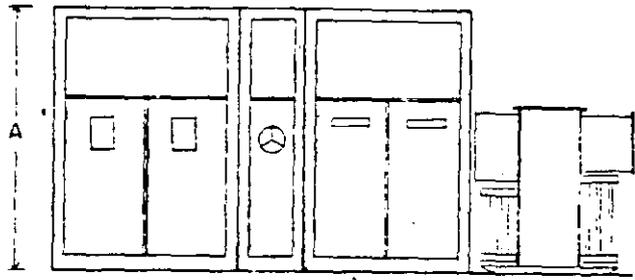
COLINEAL

31

G A B I N E T E S

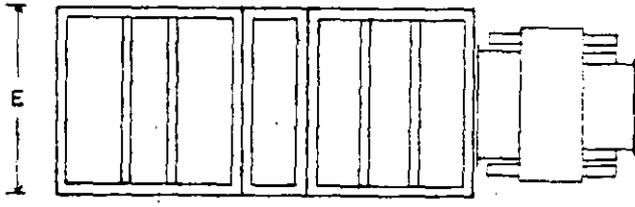


PERFIL



CELOA I CELDA II CELDA III

FRENTE

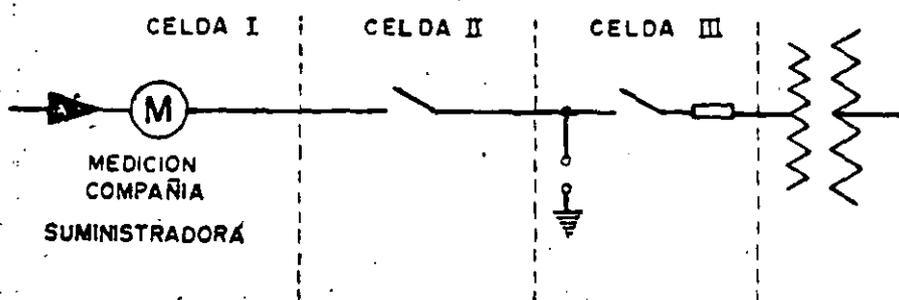


B C D

PLANTA

DIAGRAMA

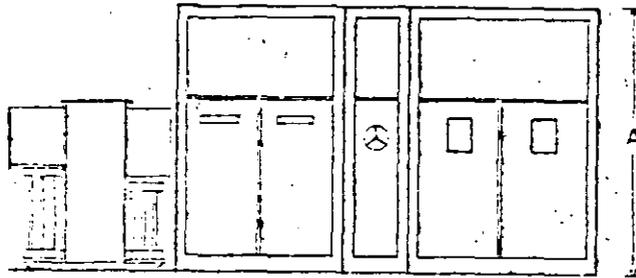
UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

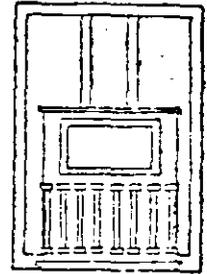
MODELO * ID3ETLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4:
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

32  
C A B I N E T E S

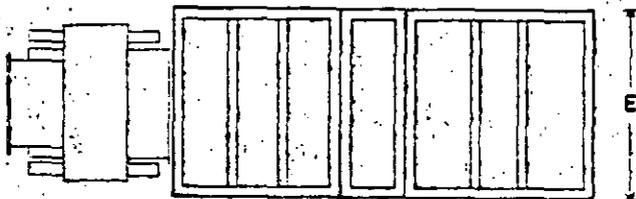


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



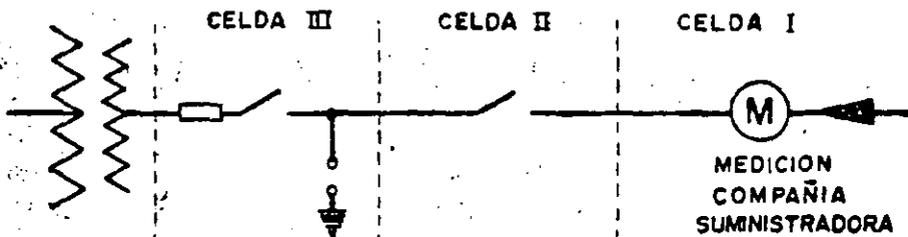
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13ETLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

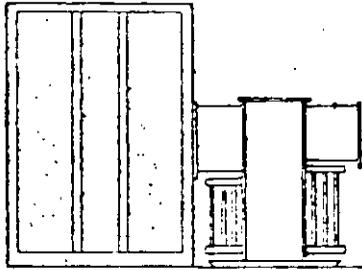
TRANSFORMADOR

INTERIOR

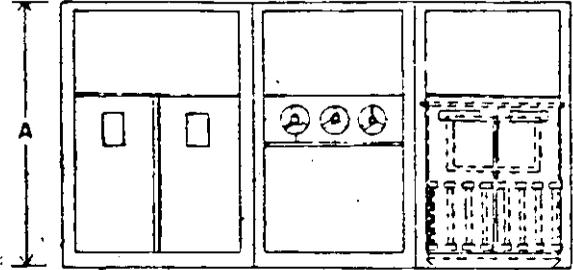
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

33  
**G A B I N E T E S**

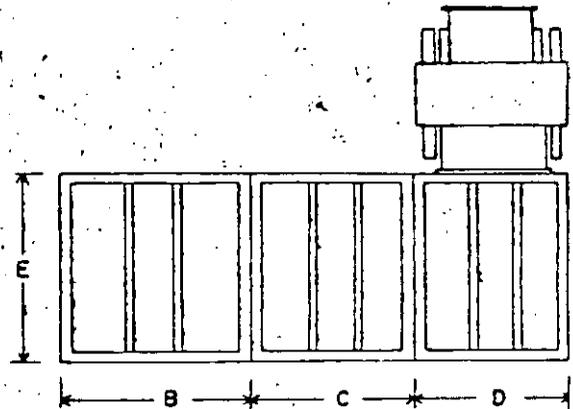


PERFIL



CELDA I      CELDA II      CELDA III

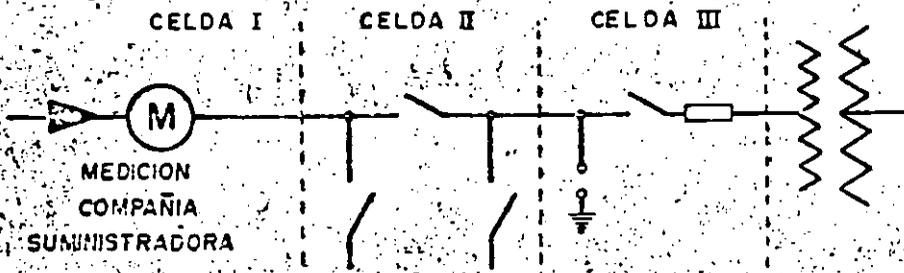
FRENTE



PLANTA

**DIAGRAMA**

**UNIFILAR**

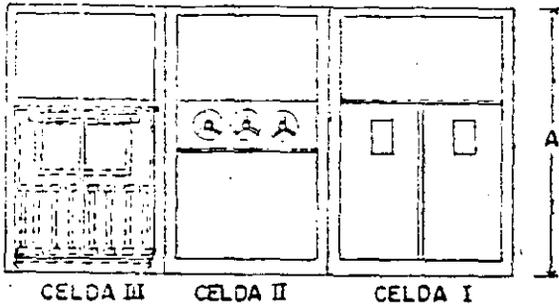


\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

<b>MODELO</b> * IDNTPSI	<b>ACOTACIONES EN HOJAS</b> Nos. 3 y 4	
<b>SERVICIO</b>	<b>SENTIDO</b>	<b>TRANSFORMADOR</b>
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

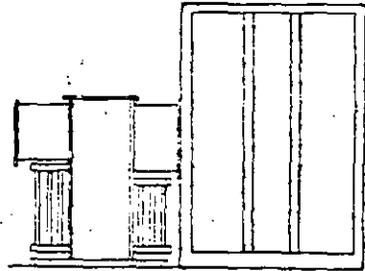
34

G A B I N E T E S

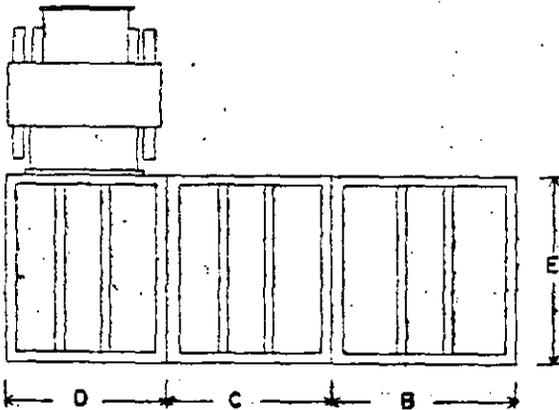


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



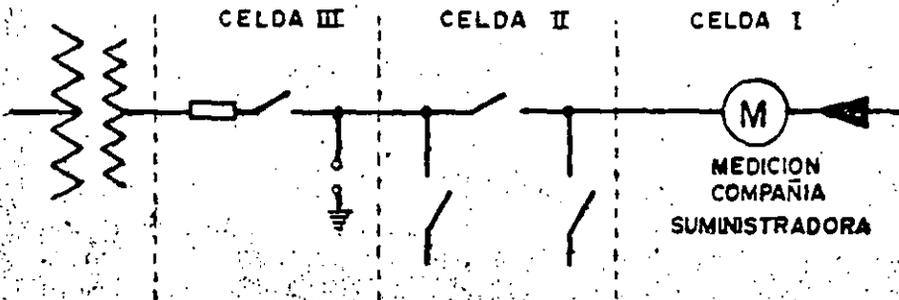
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR.



M  
MEDICION  
COMPAÑIA  
SUMINISTRADORA

\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DI3NTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

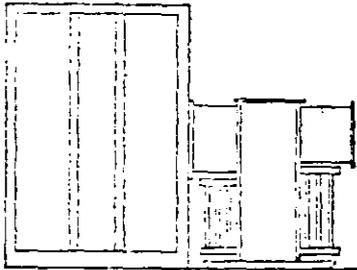
INTERIOR

DERECHA - IZQUIERDA

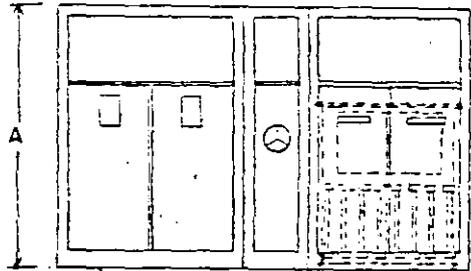
POSTERIOR

35

G A B I N E T E S

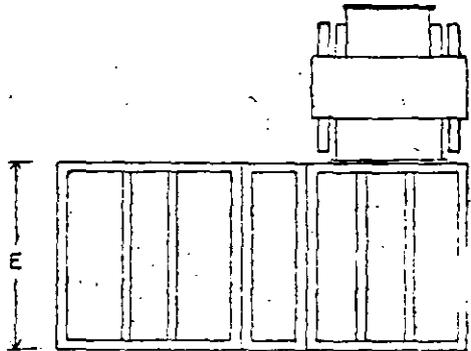


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRETE

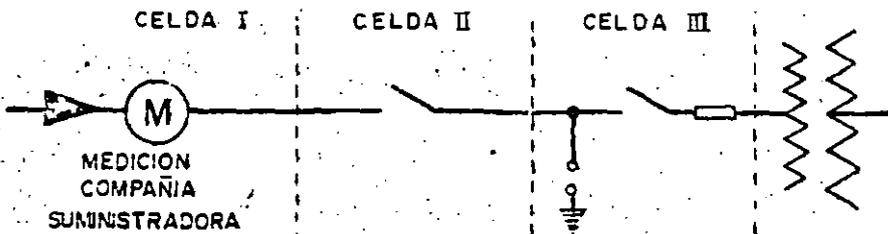


B C D

PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



\* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3ETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTERIOR

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

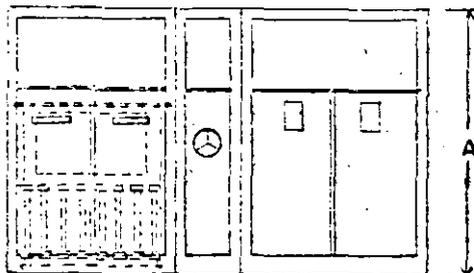
SUBESTACION COMPACTA MARCA

MECSA PARA 7,5,15,25 Y 34,5 KV

HOJA 14 DE 26

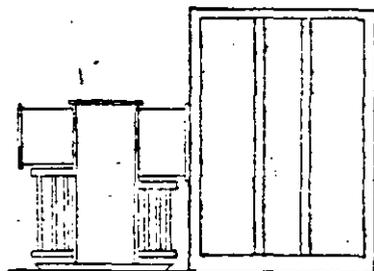
36

# G A B I N E T E S

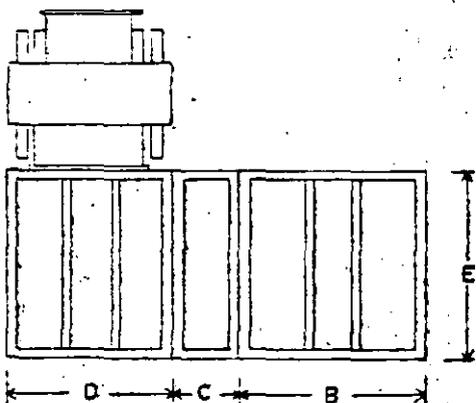


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



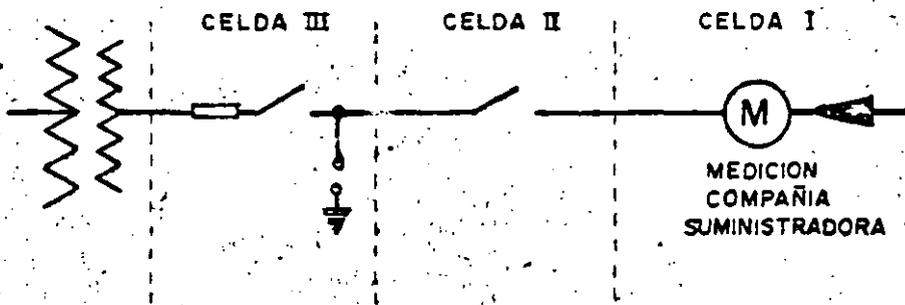
PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



M  
MEDICION  
COMPAÑIA  
SUMINISTRADORA

\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DI3ETPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

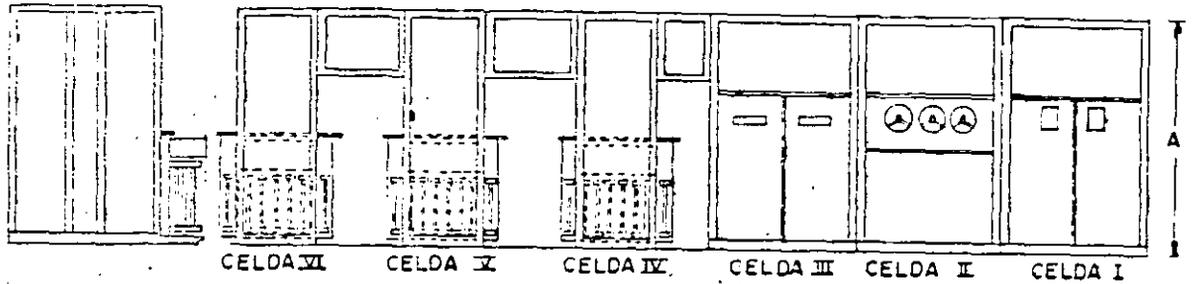
TRANSFORMADOR

INTERIOR

DERECHA — IZQUIERDA

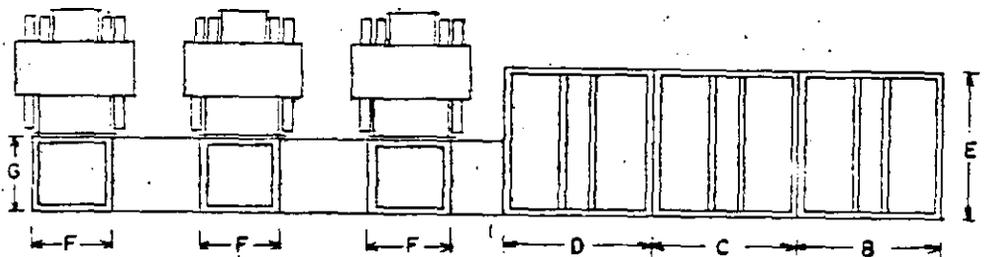
POSTERIOR

# G A B I N E T E S



PERFIL

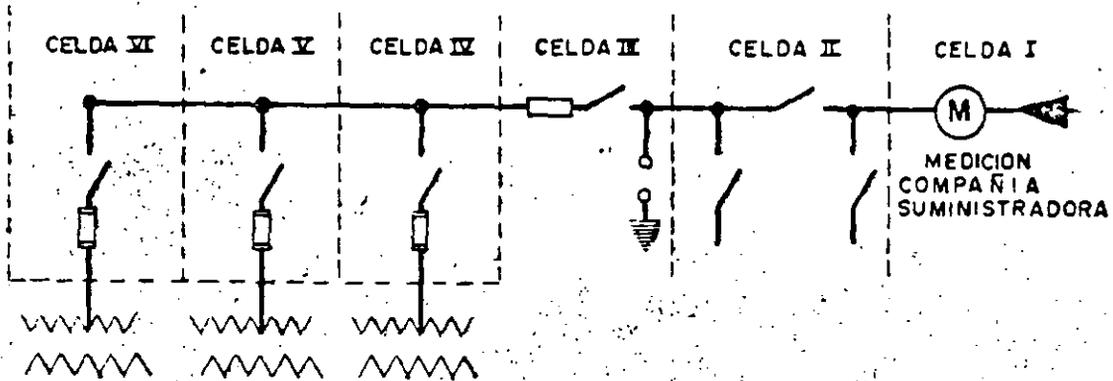
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13N3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

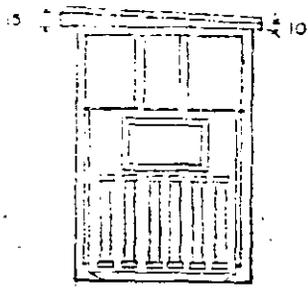
TRANSFORMADORES

INTERIOR

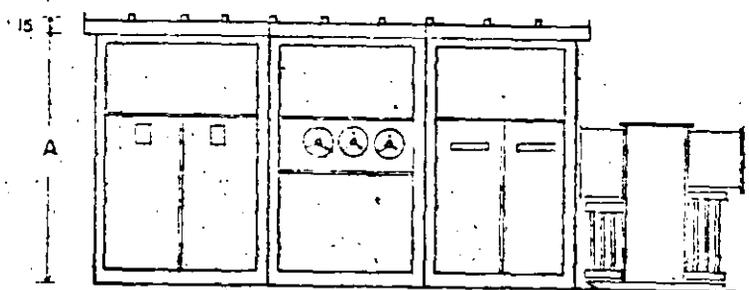
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES

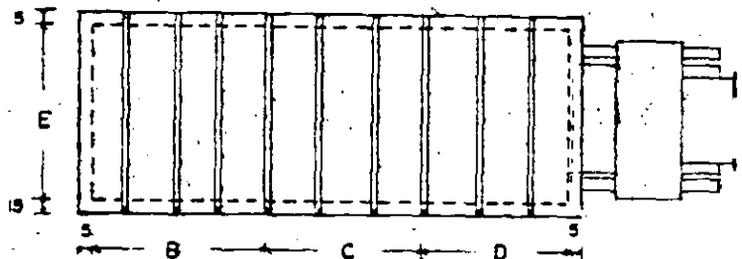
C A B I N E T E S



PERFIL

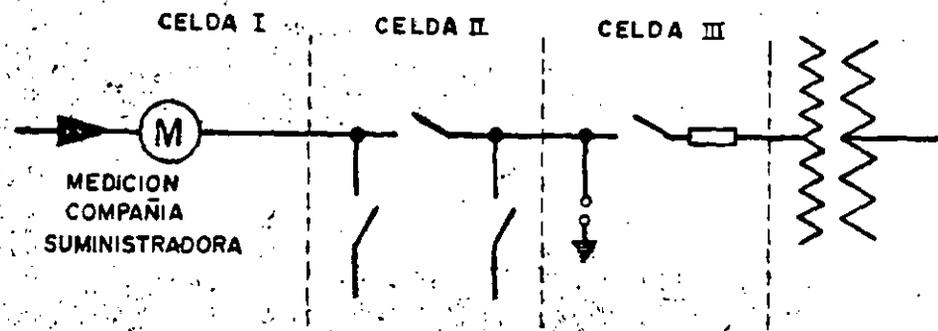


CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

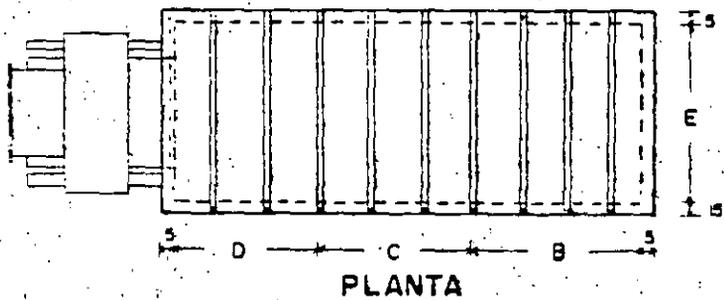
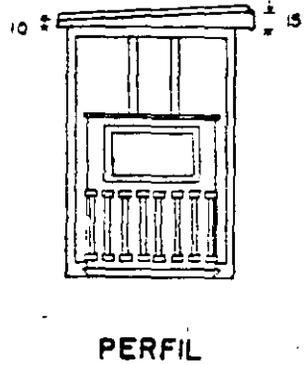
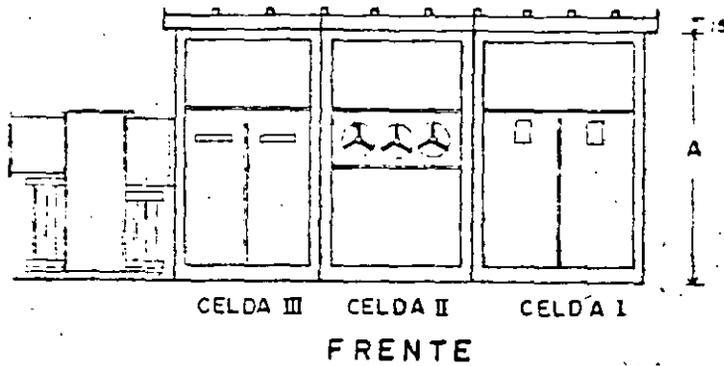
DIAGRAMA UNIFILAR



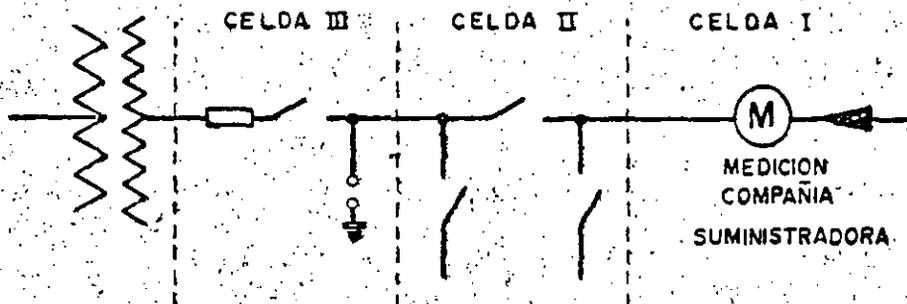
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

# G A B I N E T E S



## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

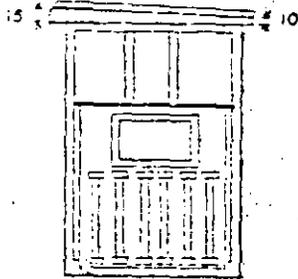
TRANSFORMADOR

INTERPERIE

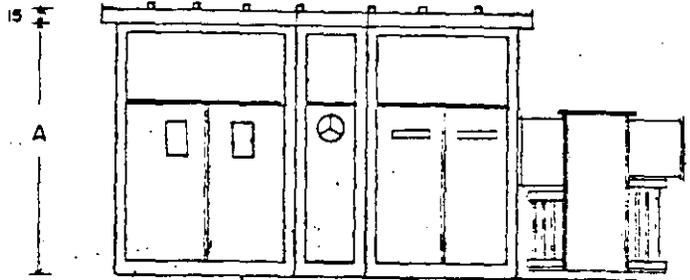
DERECHA—IZQUIERDA

COLINEAL

**G A B I N E T E S**

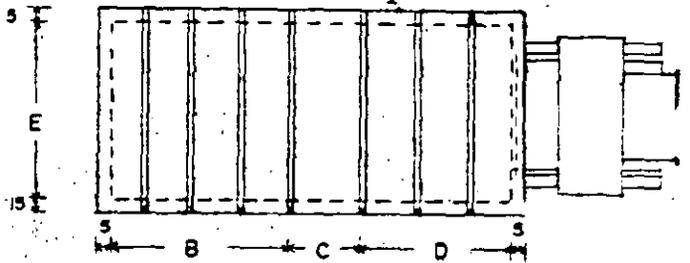


PERFIL



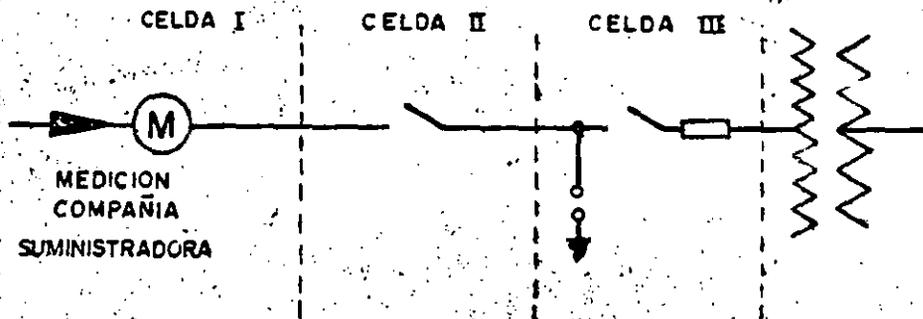
CELDA I CELDA II CELDA III

FRETE



PLANTA

**DIAGRAMA UNIFILAR**



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

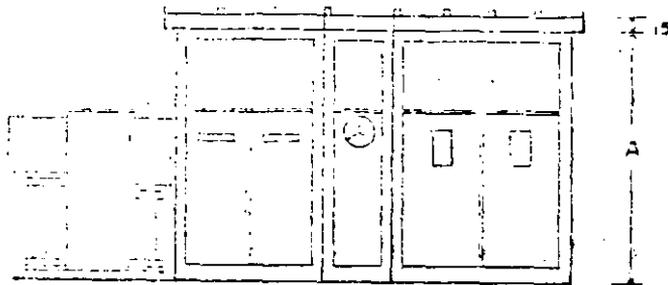
MODELO * ID3ETLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	C INE

SUBESTACION COMPACTA MARCA

MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV.

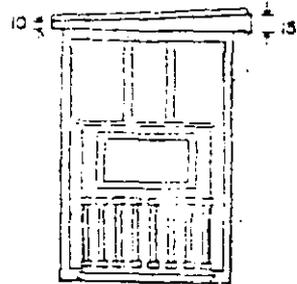
HOJA 20 DE 21

# C A B I N E T E S

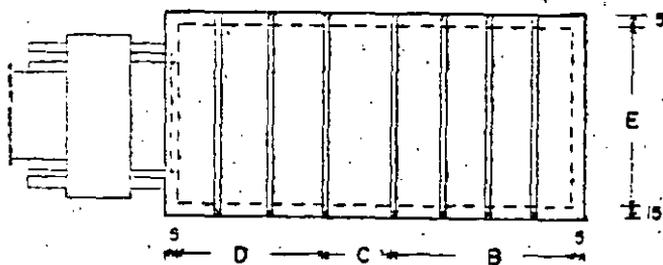


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



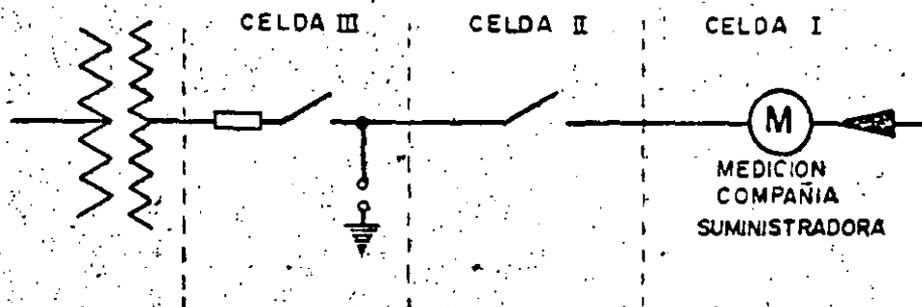
PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* D13ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

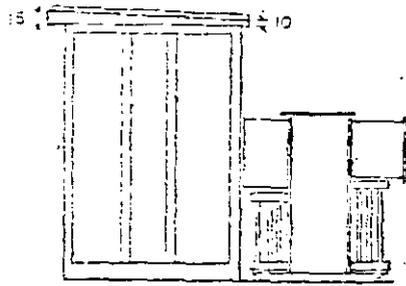
TRANSFORMADOR

INTERPERIE

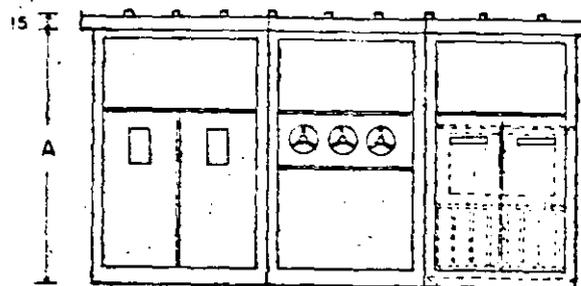
DERECHA — IZQUIERDA

COLINEAL

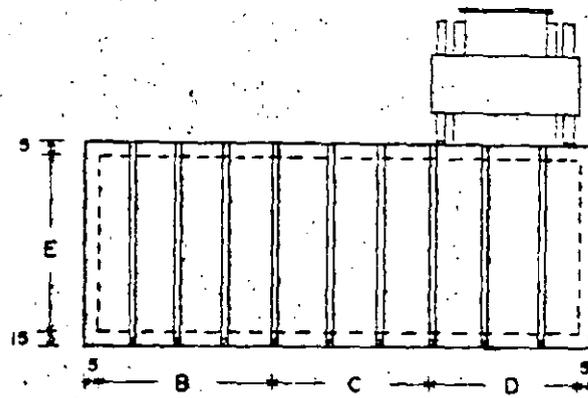
**G A B I N E T E S**



PERFIL

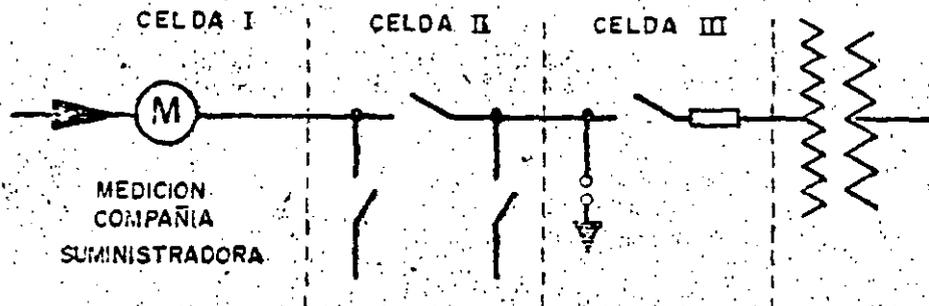


CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

**DIAGRAMA UNIFILAR**



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

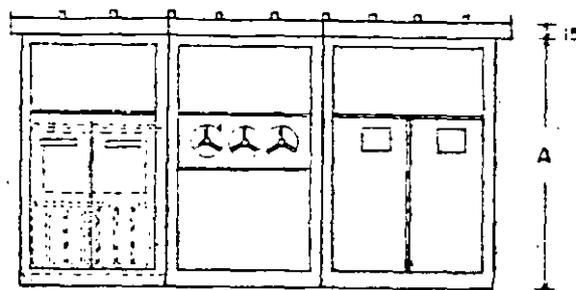
INTERPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

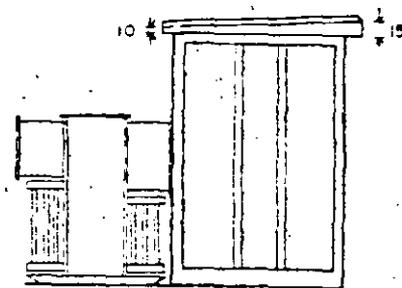
# G A B I N E T E S

00010

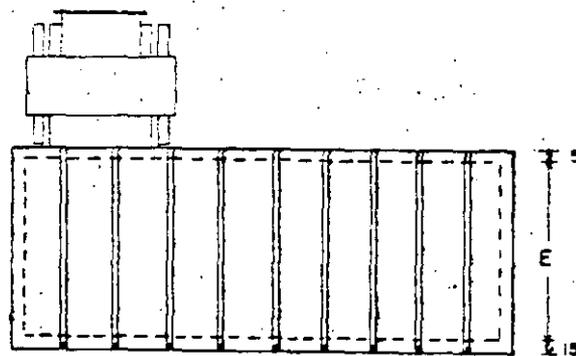


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE

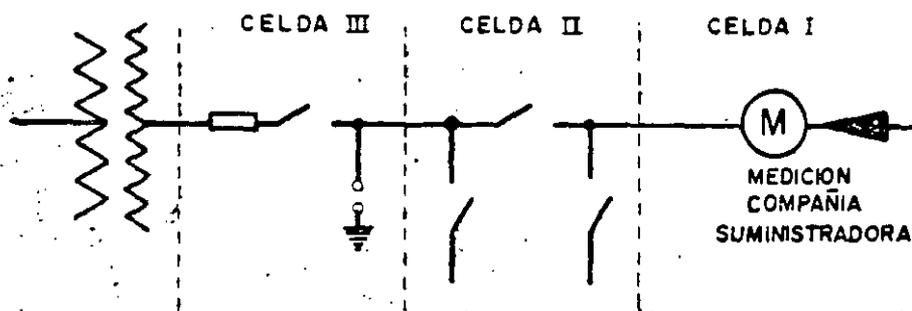


PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

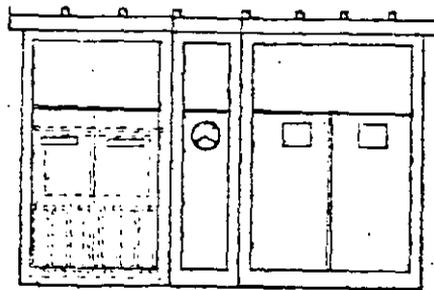
MODELO \* DI3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

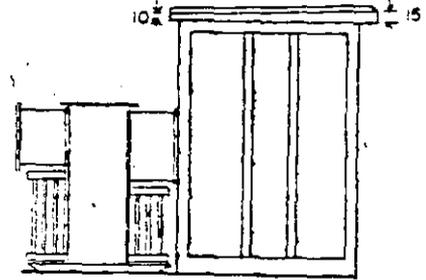
# G A B I N E T E S

00044

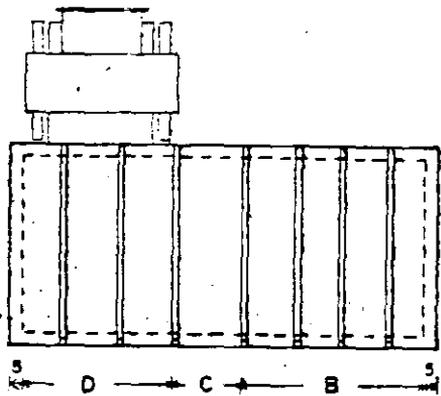


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



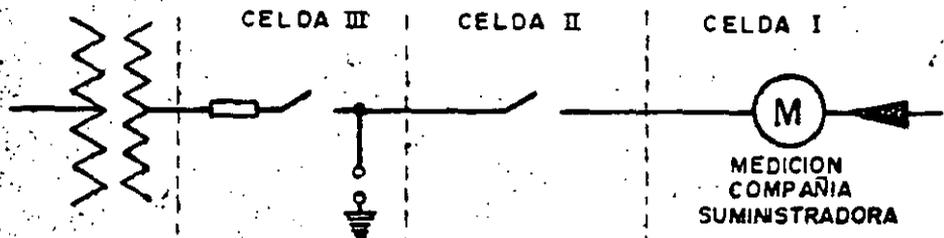
PERFIL



PLANTA

## DIAGRAMA

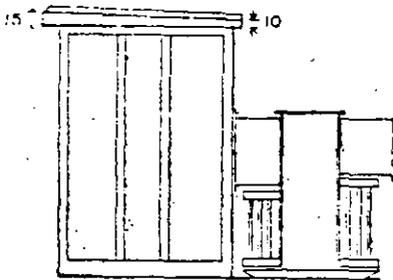
## UNIFILAR.



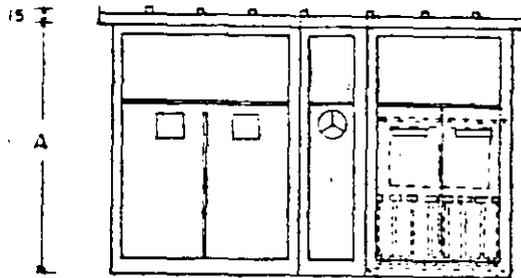
\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3ETPSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTEMPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

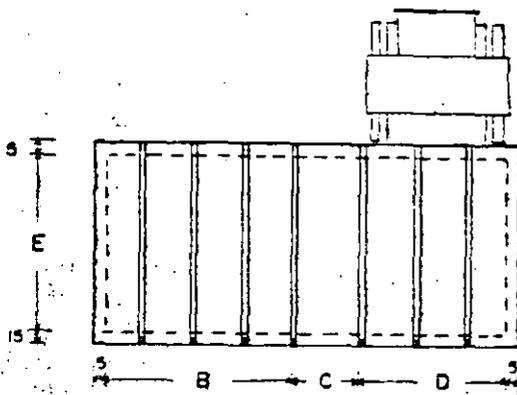
# G A B I N E T E S



PERFIL



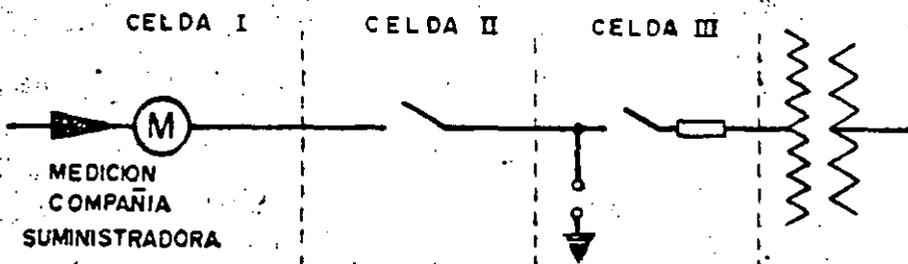
CELDA I CELDA II CELDA III  
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* ID3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

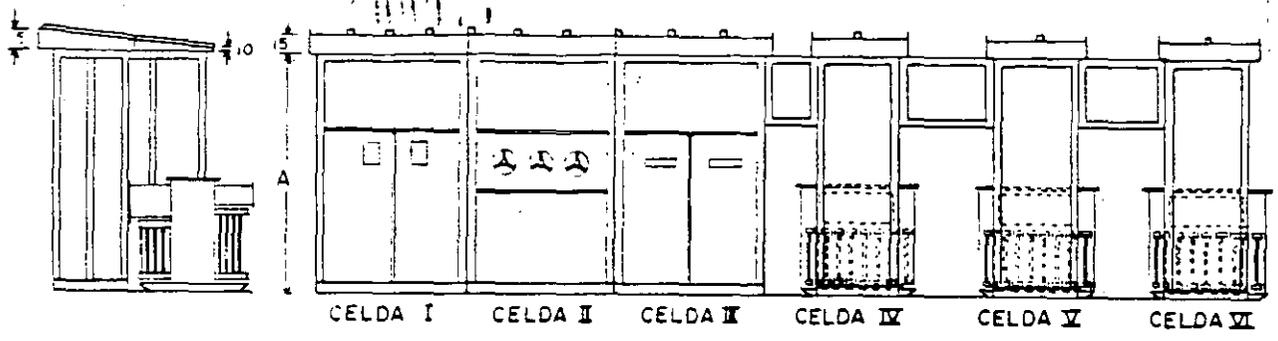
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

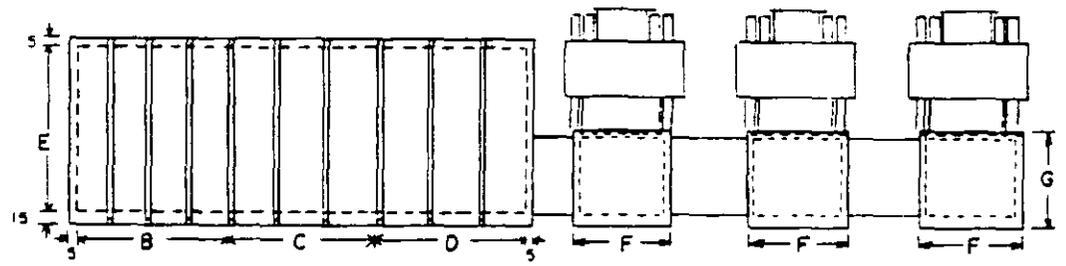
POSTERIOR

G A B I N E T E S



PERFIL

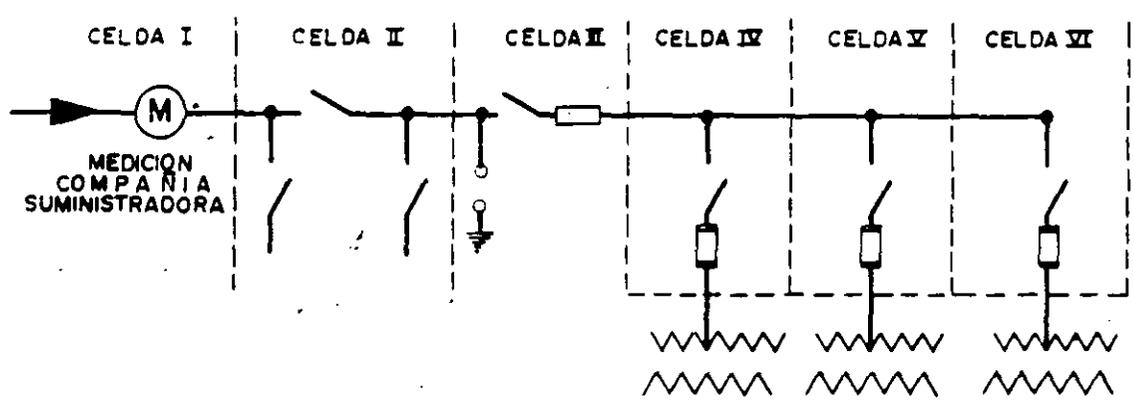
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR

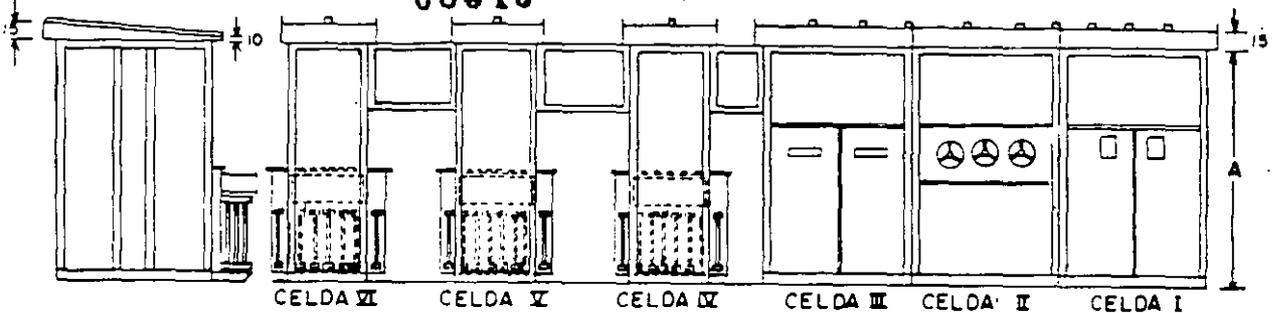


\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADORES
INTEMPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEALES

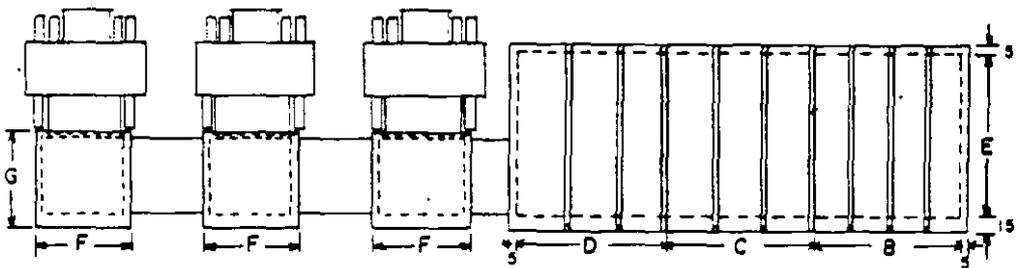
# G A B I N E T E S

000-16



PERFIL

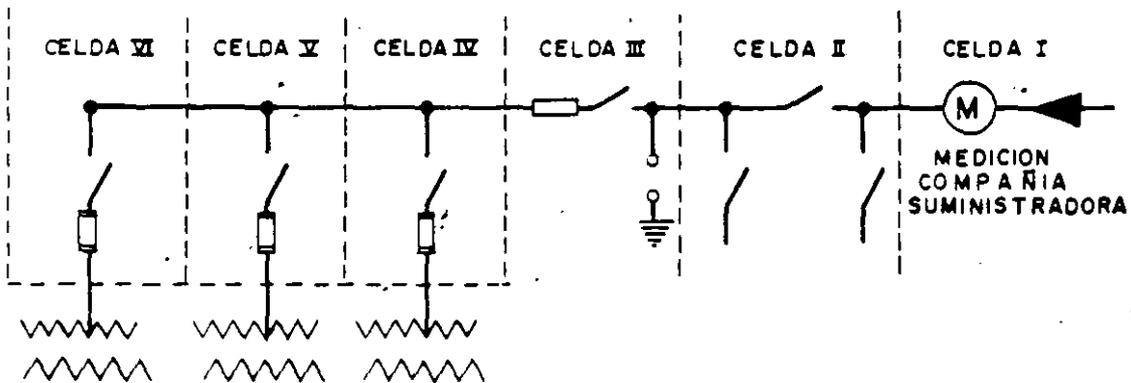
FRENTE



PLANTA

## DIAGRAMA

## UNIFILAR



\* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO \* DI3N3TLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTEMPERIE

DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES



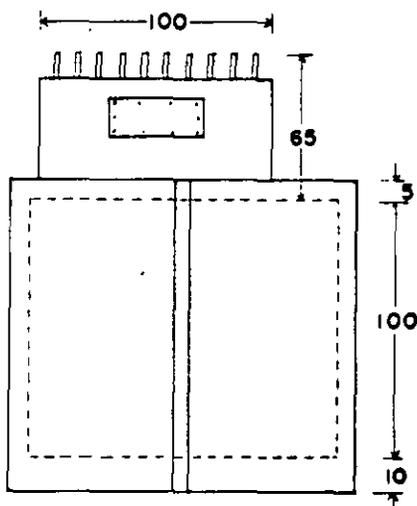
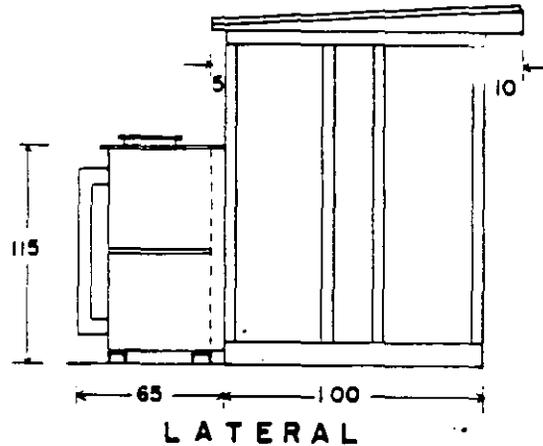
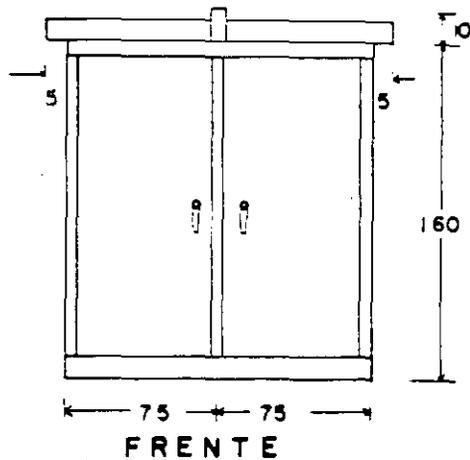
DIVISION INDUSTRIAL S. A.

# SUBESTACION COMPACTA MARCA MECSA PARA 15 KV

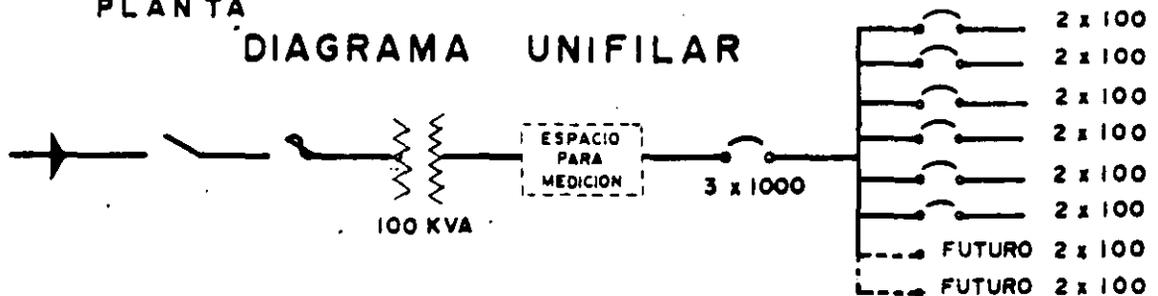
HOJA 4 DE 4

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 00017 GABINETE



### DIAGRAMA UNIFILAR



MODELO "MECSAPAQ 100"

ACOTACIONES EN CENTIMETROS

SERVICIO

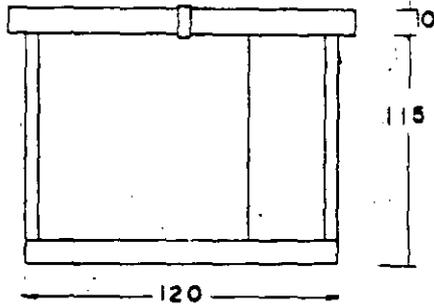
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

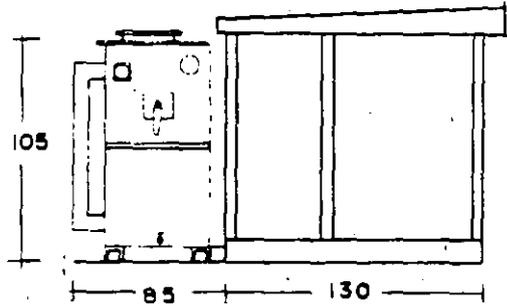
POSTERIOR

MEMORIA DESCRIPTIVA

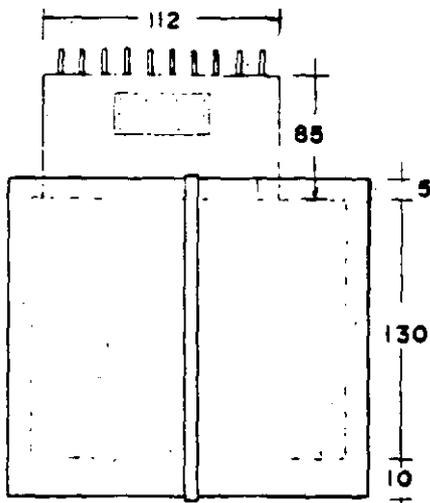
00043



FRENTE



LATERAL



PLANTA

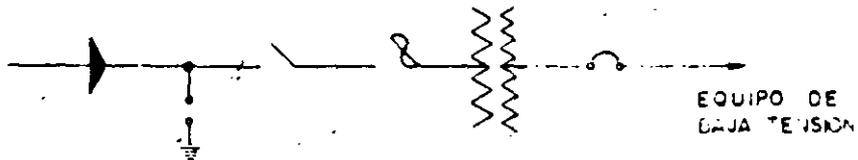


DIAGRAMA UNIFILAR

MODELO MECSAPAQ

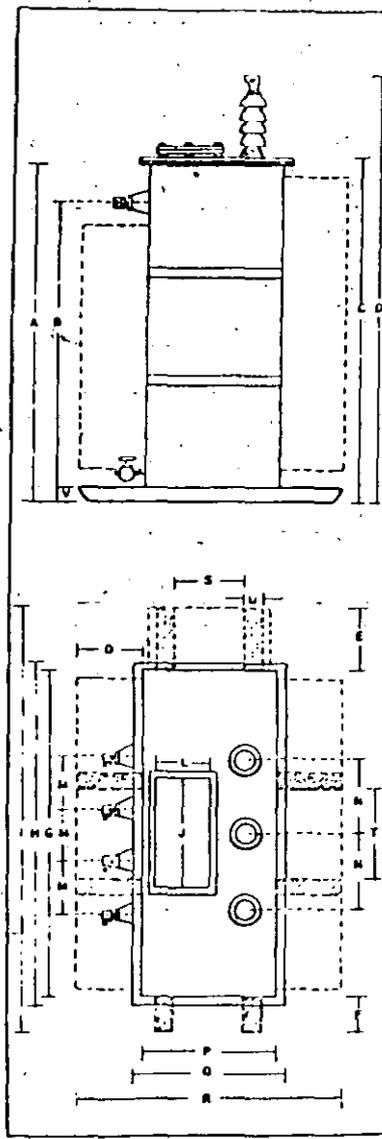
ACOTACIONES EN CENTIMETROS

SERVICIO

TRANSFORMADOR

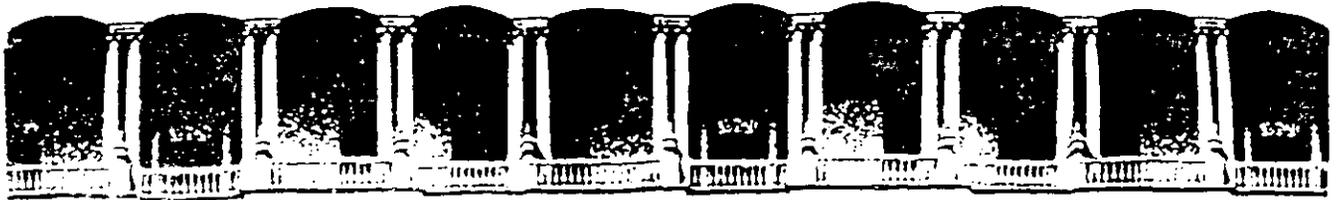
INTEMPERIE

POSTERIOR



DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 HZ. TIPO TANQUE RECTANGULAR		MANUFACTURAS ELECTRICAS CAMARONA S.A.				
KVA	200	250	250	300	500	
KV	23/20	15.2	15.2	15.2	15/20	
CONEXION	DELTA / DELTA		DELTA	DELTA	DELTA	
DERIVACIONES	22423/207% 22423	22423/207%	22423/207%	22423/207%	22423/207%	
VOLTS	440/220 / 220/127	440/220/127	440/220/127	440/220/127	440/220/127	
CONEXION	ESTRELLA ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	ESTRELLA	
A	121	124	124	134	140	
B	110	111	112	122	132	
C	132	135	126	136	130	
D	172.8	180	187	187	190.8	
E	14	14	14	23	30	
F	14	14	14	14	14	
G	110	110	110	120	140	
H	120.8	120.8	120.8	133.3	134.0	
I	100	100	100	100	100	
J	30	40	40	40	30	
K	30	30	30	31.5	72	
L	17	16	18	18	22	
M	14	14	14	18	18	
N	20	24	20	23	24	
O	23	24	20	23	20	
P	22	24	22	24	20	
Q	62.8	62.8	62.8	62.3	70.8	
R	20	17	20	20	12.6	
S	24	24	20	20	20	
T	32	40	42	30	72	
U	6	6	6	6	6	
V	6	6	6	6	6	
LITROS DE ACEITE	800	512	550	600	1000	
PESO APROX EN KG	1000	1333	1500	2000	3100	

DIMENSIONES APROXIMADAS EN CENTIMETROS



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

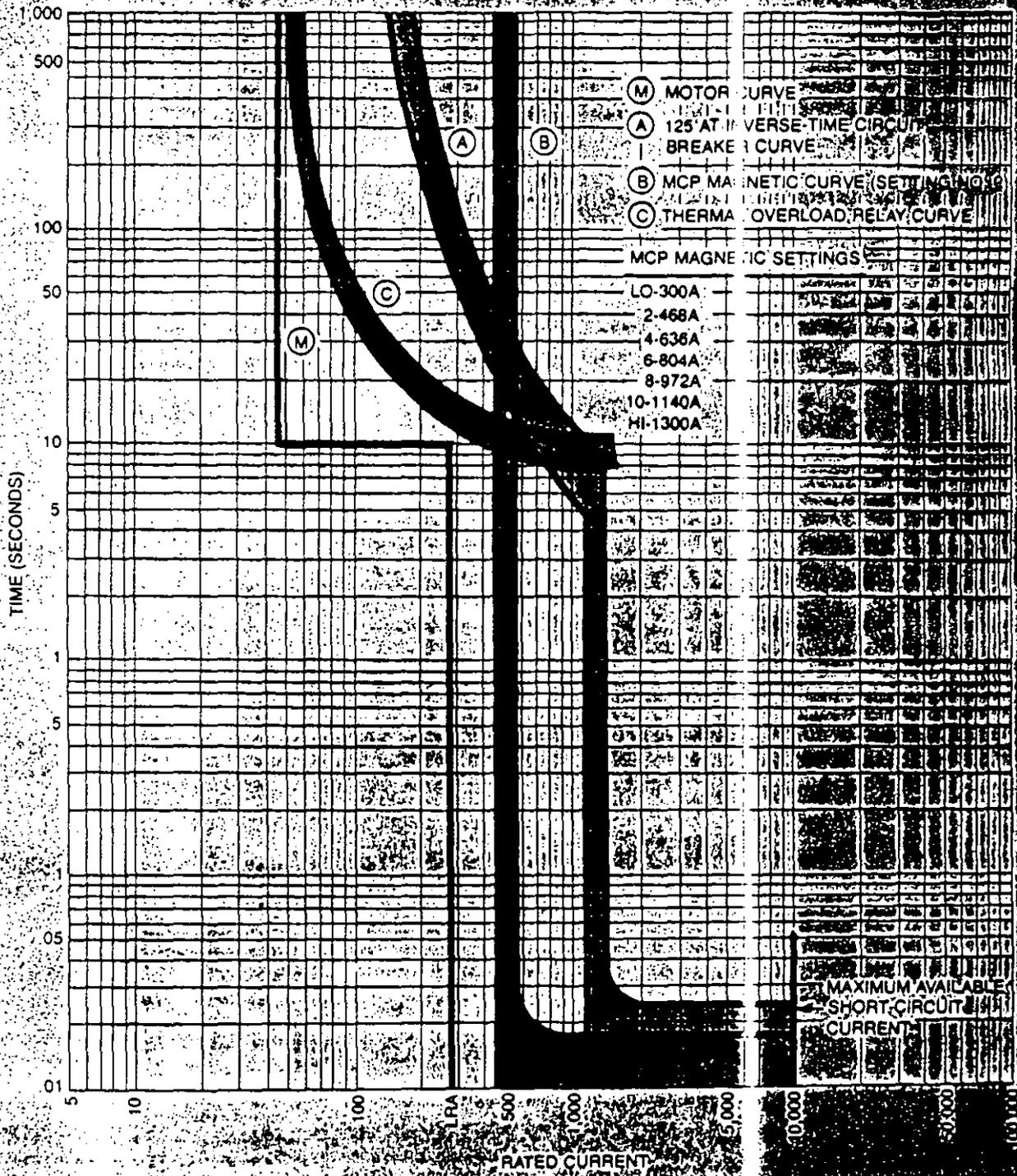
**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**A N E X O**

**ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON**

FIGURE II-3  
TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES FOR CIRCUIT BREAKER EXAMPLE



MOTOR INDUCTION 3F, 15 HP,  
200 V, 43.7 A, 1800 RPM,  
60 HZ, FS 1.1, 40°C, COD. G

The upper limit of the curves is established by the maximum short-circuit current available on the system. For proper operation of the protective devices the curves must be to the right of the motor curve M.

The voltage supplied to the utilization equipment in a megastructure must be controlled and kept within acceptable limits. A detailed technical analysis is necessary. It must take into account voltage-drop allowances in the primary lines, in the distribution transformers and in the secondary distribution wiring of the plant.

Additional control or regulation is applied to compensate for fluctuations between full and light load voltage variations.

For this purpose the following steps

1. Full-load tap changers on main substation transformers
2. No-load tap exchangers on distribution substation transformers.
3. Design of main and branch-feeders sizes to limit voltage drop to acceptable limits
4. Location of secondary distribution supply points as close as possible to the center of loads served.
5. Capacitors to improve power factor and reduce voltage drop if necessary

6. Preparation of a voltage profile to make sure that voltages at equipment terminals are within acceptable limits.

A properly applied voltage is very important because of the voltage variation effect on typical induction motors.

As an example, a motor voltage below 10% of the motor nameplate will have the following consequences:

1. Starting torque decreased by 19%.
2. Temperature rise increased by 15%.

FIGURE 3  
TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

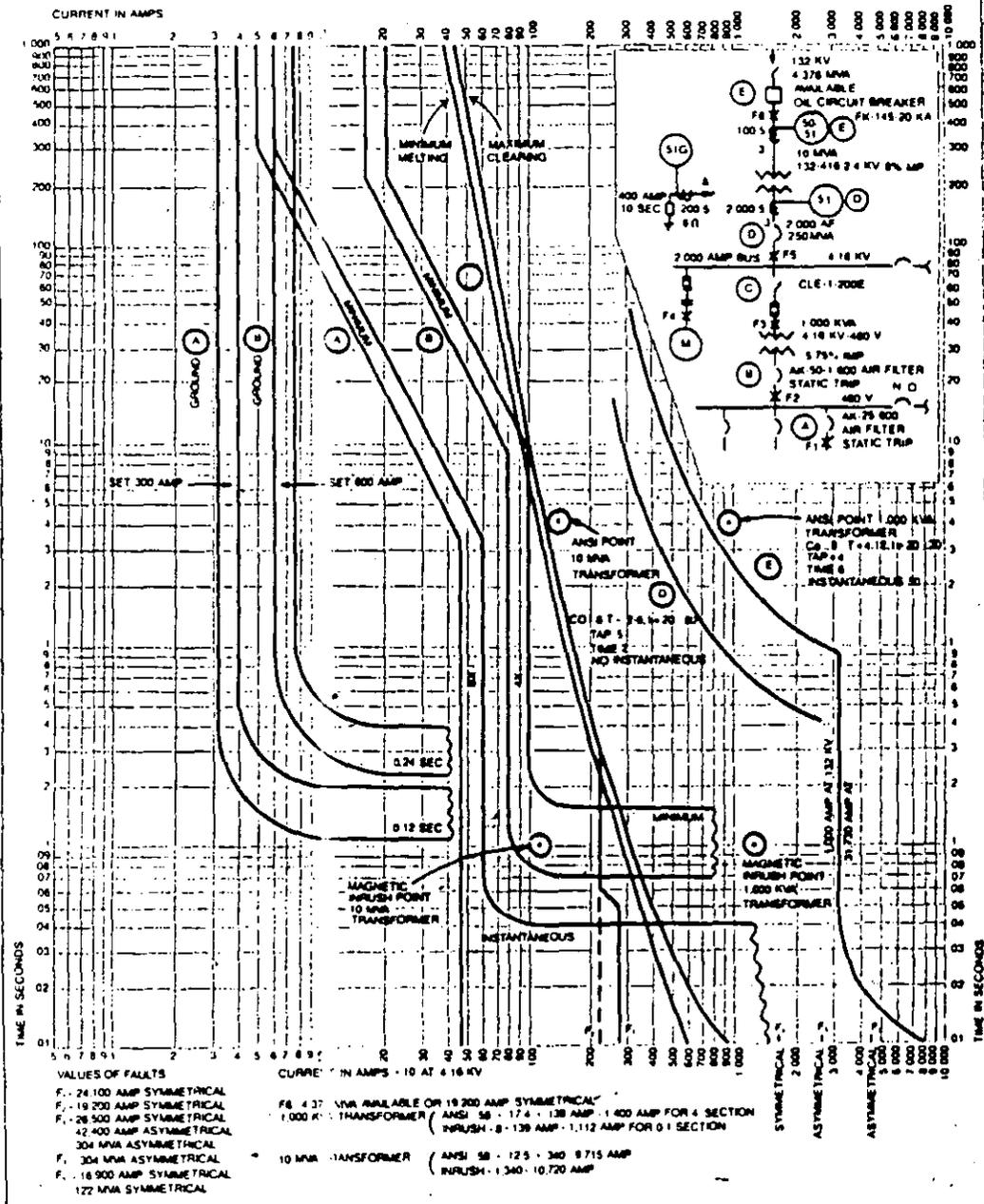
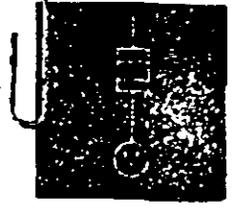


Figure 3 Complete selective coordinating study of all protective devices based on time-current curves. This ensures a selective tripping in case of a fault occurring anywhere in the system.

# R Rated Fuses for Medium Voltage Motors



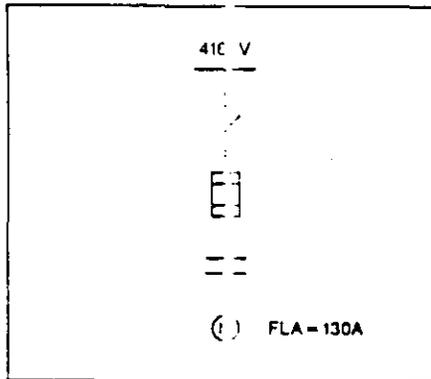
R rated fuses are strictly special purpose, dedicated only to the short circuit protection of medium voltage motors and motor starters. They are not full range fuses because they are not self protecting on overloads, hence must never be used alone for overload protection in any circuit.

R rated fuses are selected to coordinate with overload relays by the motor starter manufacturer. The fuses are chosen with melting time-current characteristics which cross the overload relay curves at 6 to 8 times the full load current of the motor. Thus the relay handles all overload currents and the current-limiting R rated

fuse clears all short circuit currents. This coordination method is identical to the low voltage motor protection scheme of overload relays in combination with MSCP or HFCP current limiting devices.

### Example:

A 1000 HP, 4160 volt squirrel cage motor draws 130 full load amperes. Since squirrel cage motors have a high starting current, an R rated fuse is chosen which intersects the overcurrent relay curve at 7 times full load current (910 amperes).

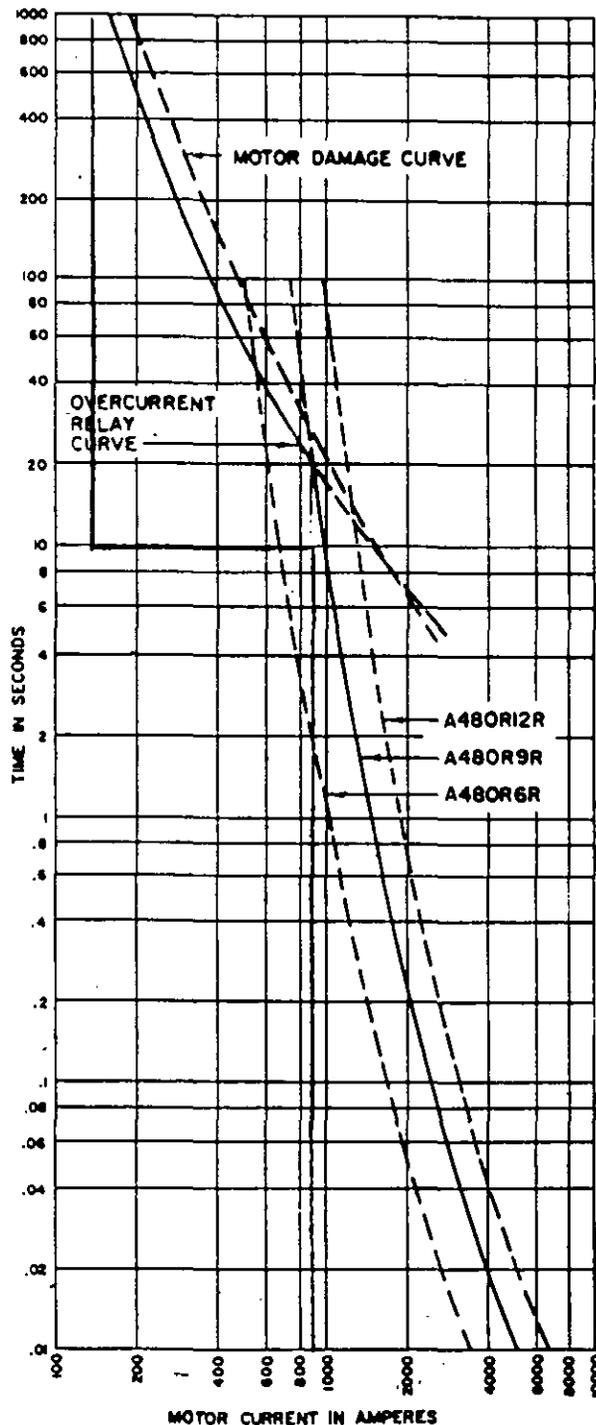


The curves show that an A480R-9R is satisfactory. The A480R-6R is too light and could lead to unnecessary fuse opening, while the A480R-12R is too heavy.

Fuse recommendations by motor starter manufacturers should be followed. Replacement fuses must be of the same voltage and R rating.

Typical Gould Sawmut ratings for  
 2400 volt (A240R Series),  
 4800 volt (A480R Series),  
 7200 volt (A720R Series) are  
 2R, 3R, 4R, 6R, 9R,  
 12R, 18R, 24R, and 36R.

\*4800 volt fuses are duplicated—  
 2400/4800 volts.



Como se ilustra en la Fig. 1, la capacidad interruptiva de las cuchillas del interruptor excede el valor máximo de la corriente que debe interrumpir, puesto que el fusible limitador operará con corrientes por abajo de dicha capacidad.

Debido a que las diferentes clases y marcas de fusibles tienen características diferentes, deben usarse únicamente equipos combinados que hayan sido debidamente aprobados por sus fabricantes. Un interruptor combinado que no está debidamente coordinado puede estallar al ser operado en tal emergencia, cuando el operario está parado precisamente enfrente de él.

En otros casos se usan interruptores termomagnéticos combinados en forma combinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe corto circuitos de pequeña cuantía mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortocircuitos según se muestra en la figura 2.

Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los corto circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados.

a) Capacidad continua de corriente. Está determinada por la carga normal máxima.

b) Capacidad interruptiva. Está determinada por la capacidad de corto circuito disponible en el punto del sistema en que se instala el interruptor.

La capacidad interruptiva (Capacidad de corto circuito) que debe tener el dispositivo protector está determinada por el sistema de distribución y no por la carga. Un tubo de agua que se ha roto es semejante a un corto circuito (Fig. 3). El gasto del agua que escapa es una función de la capacidad del depósito, de la presión del agua, y del diámetro y la longitud del tubo que llega a la rotura. es un sistema eléctrico de

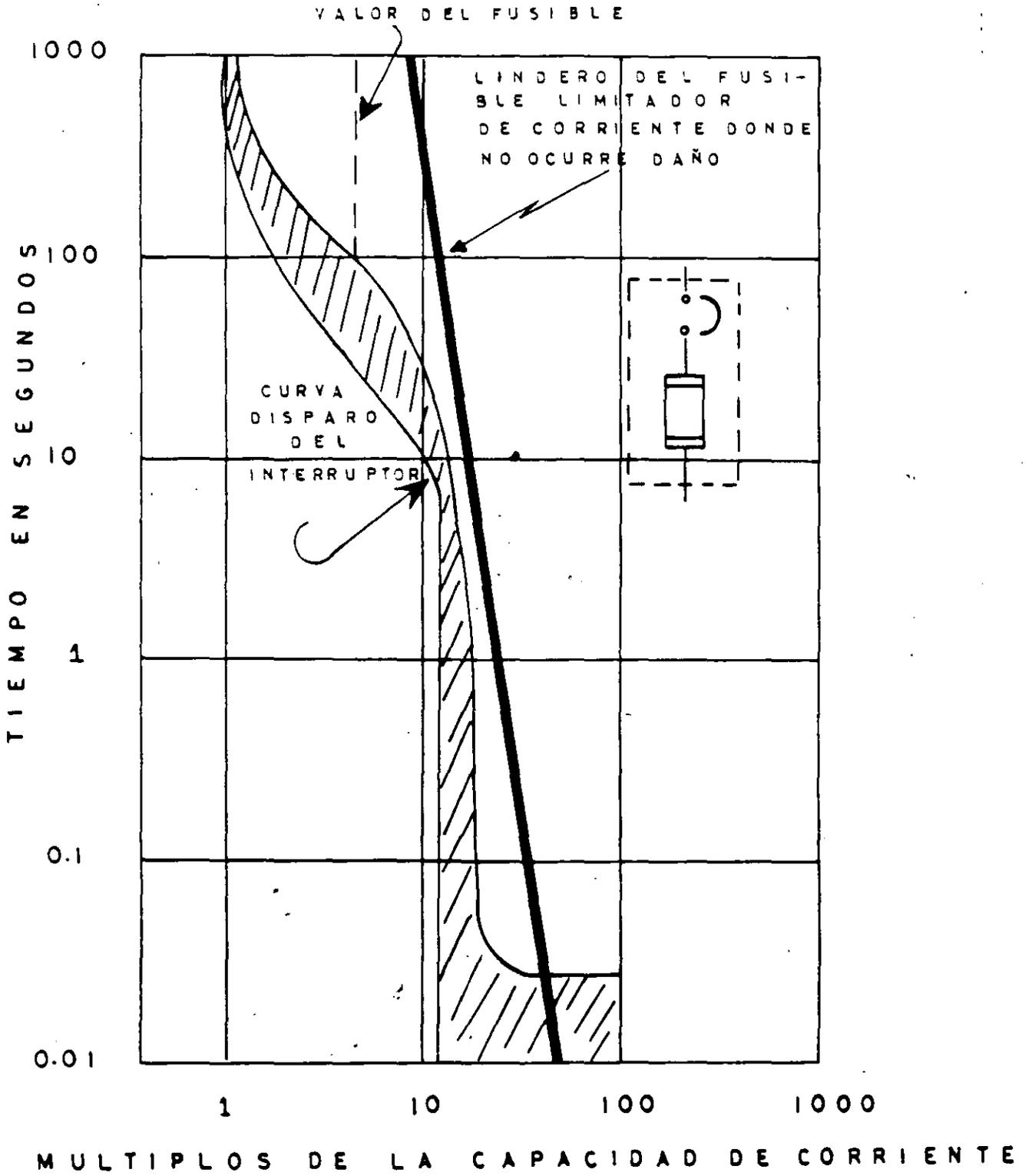
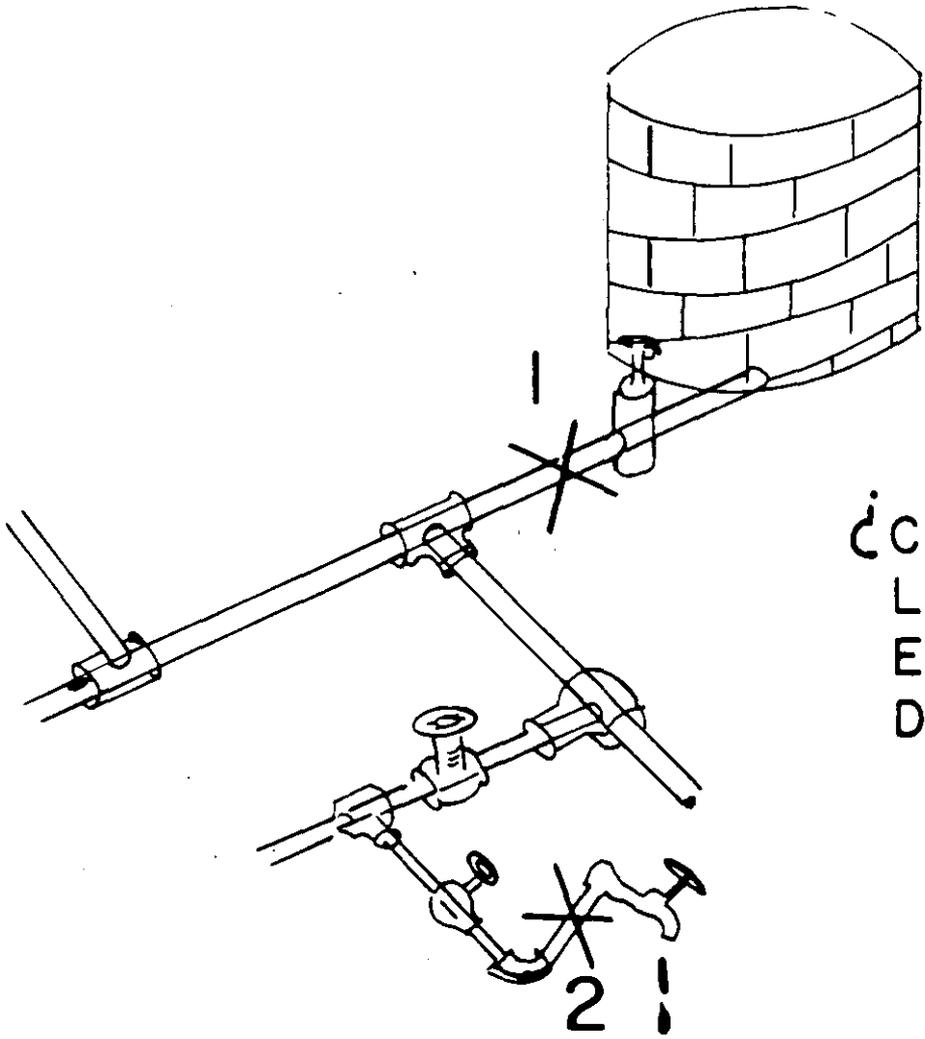


FIG Nº 2



¿CUAL ROTURA DE LA TUBERIA CAUSARA EL MAYOR DERRAME DE AGUA ? EN "1" o "2"

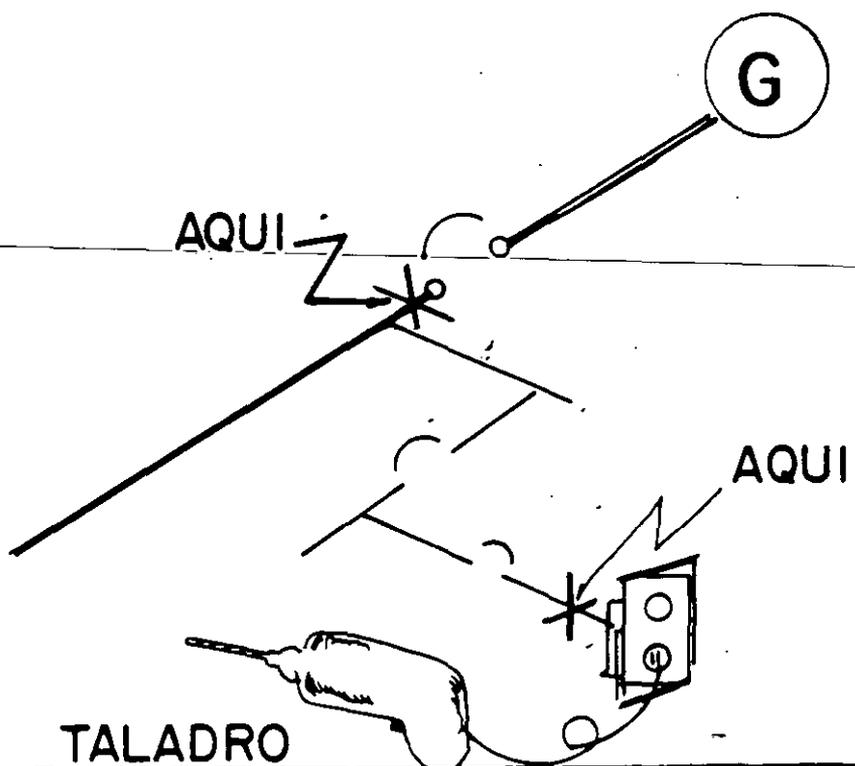


FIG. Nº 3

Distribución la magnitud posible de la corriente de corto circuito está determinada por la capacidad del sistema de distribución, de la tensión eléctrica (PRESION), del tamaño de los equipos (Tales como ductos, cables, transformador) y la longitud física de los ductos y los cables (Largo de la tubería) hasta el punto del corto circuito. por lo tanto en los sistemas eléctricos la capacidad interruptiva requerida se determina por la corriente de corto circuito disponible en el lugar en que se encuentra escalado el dispositivo de protección del circuito.

Como un ejemplo sencillo considerese la fig. 4. Las cifras que se muestran en dicha figura han sido seleccionadas para facilitar el cálculo, más bién que como ejemplos de características reales en sistemas de distribución.

La impedancia que limita el flujo de la corriente de carga normal es principalmente la impedancia aparente del motor cuyo valor es de 20 OHMS. Al ocurrir un corto circuito en el punto "F", la única impedancia que limita el flujo de la corriente de corto circuito es la impedancia del transformador de 0.1 OHMS comparada con 20 OHMS del motor. por consiguiente la corriente de corto circuito es:

$20/0.1 = 200$  veces la corriente normal = 1000 amperes.

a menos de que el interruptor "A" sea capaz de interrumpir 1000 amps; la corriente de corto circuito continuará circulando causando grandes perjuicios.

#### DONDE SE ORIGINAN LAS CORRIENTES DE CORTOS CIRCUITOS .

Cuando se calcula el corto circuito disponible, es de extrema importancia que todas las fuentes que contribuyen al corto circuito se tomen en cuenta y que así mismo las reactancias de estas fuentes sean determinadas.

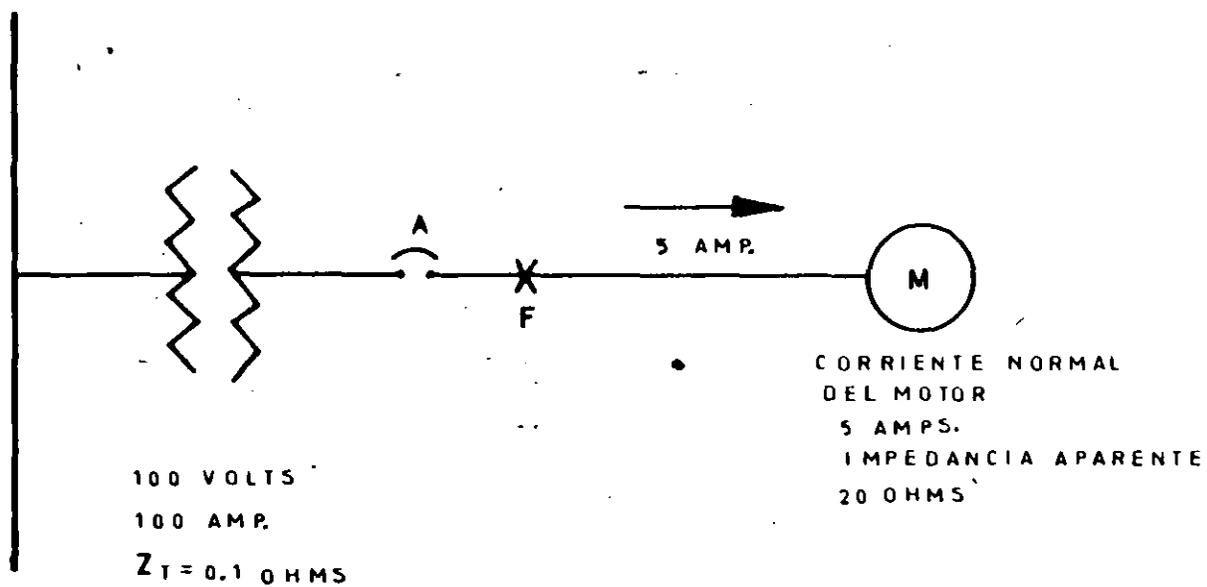
Hay tres fuentes básicas que contribuyen a la corriente total de corto circuito;

- 1.- Generadores.
- 2.- Motores sincrónicos, condensadores sincrónicos y convertidores sincrónicos.
- 3.- Motores de inducción.

## PROTECCION DE SOBRECARGAS.

Como ya se mencionó anteriormente en la mayoría de los casos, la principal función protectora de un dispositivo protector de circuito es precisamente la proveer protección adecuada a los elementos del mismo. El interruptor termomagnético de un arrancador magnético para motores, por ejemplo, se provee principalmente para dar protección de corto circuito. Sin embargo, se incluye comunmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobre cargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobre carga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetálico.

Cuando el motor sufre una sobre carga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cual, al circular por los relevadores de sobre carga, calienta el elemento bimetálico después de cierto tiempo, a la temperatura que hace que este abra los contactos del relevador, deteniendo en esta forma el funcionamiento del motor. con objeto de que la protección contra sobre carga del motor sea efectiva, esto debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. Es un sistema de distribución, los motores, los arrancadores y los cables se seleccionan con capacidad suficiente para manejar las corrientes de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo no está alimentada al valor máximo continuo del motor o de cualquier otra carga, sino que incluye ciertos incrementos en exceso de la corriente normal, tales como los que ocurren durante el arranque del motor. Puesto que los motores toman aproximadamente seis veces su corriente normal durante el arranque, pueden sobrecalentarse y dañarse si por alguna razón no pueden arrancar, o aún si su periodo de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. así mismo, los elementos del circuito que alimentan el motor se sobrecalientan, lo cual puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a corto circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.



LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO  $\frac{20}{0.1} = 200$  VECES LA CORRIENTE NORMAL  $200 \times 5 = 1000$  A.C.C.

$$\frac{E}{Z_T} = \frac{100}{0.1} = 1000 \text{ AMPS.}$$

SI EL INTERRUPTOR "A" ES CAPAS DE INTERRUMPIR 1000 AMPS. CORTARA EL CIRCUITO Y NO CAUSARA DAÑOS

FIG. No 4

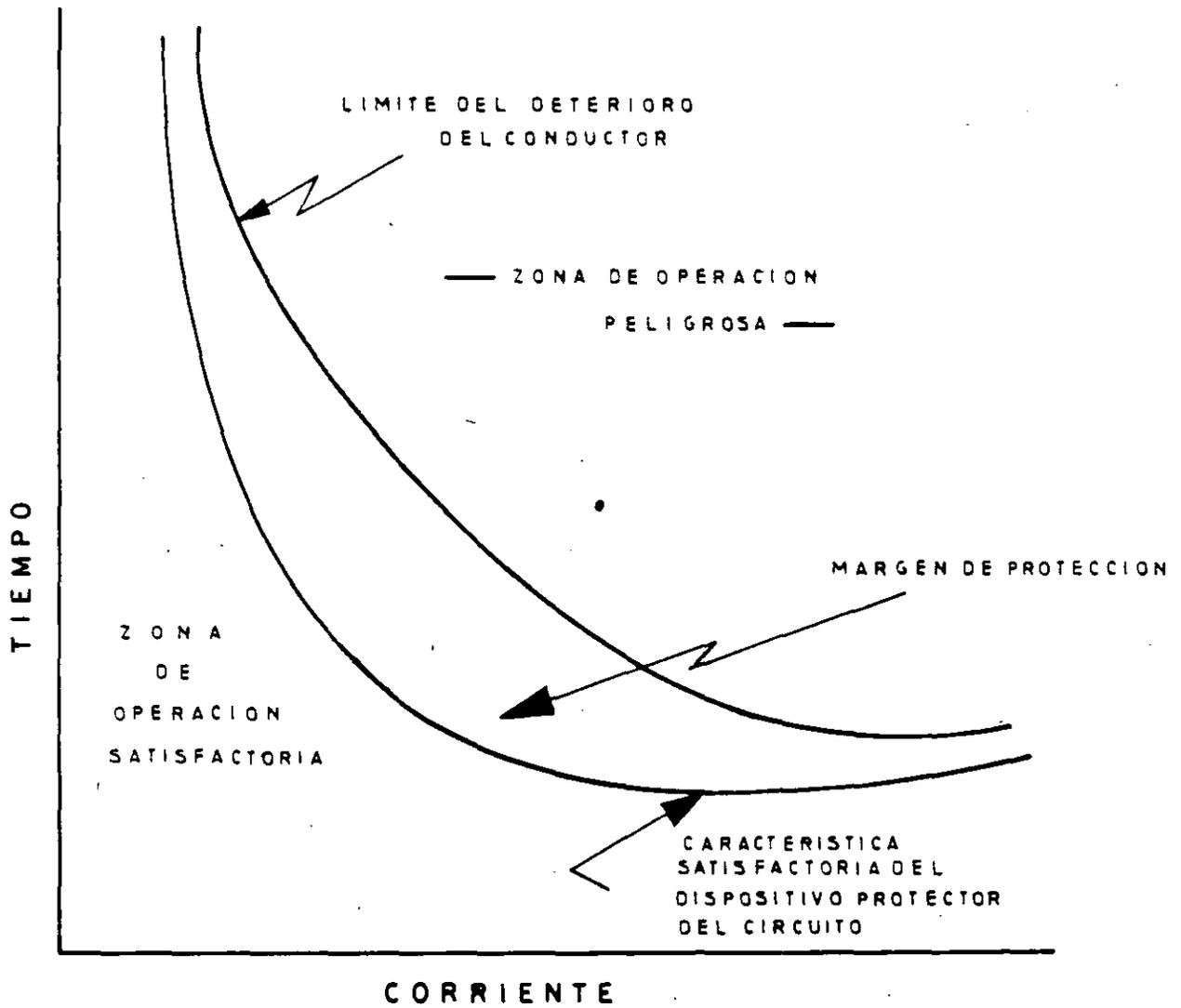


FIG. No 5

Cuando un circuito alimenta varias cargas, este puede sobrecalentarse si todas ellas experimentan su demanda máxima al mismo tiempo. Esta condición es semejante a la que se presentaría si se conectaran demasiados aparatos domesticos simultaneamente, a los enchufes de una casa. Los circuitos no se calculan normalmente con capacidad suficiente para manejar todas las condiciones extraordinarias de carga, tales como las que se han mencionado debido al costo adicional que tendrían. Por consiguiente el circuito debe estar protegido contra la posibilidad de que dicha contingencia se presente y, como resultado la característica de disparo por sobrecorriente. Esta característica debe caer al lado izquierdo de la curva de operación segura de los conductores del circuito como se muestra en la figura 5, de modo que el circuito se desconecte precisamente antes de que sus conductores se sobrecalienten. Una función muy conveniente que debe darse al proteger un circuito es la de proveer "Una segunda línea de defensas"; lo cual deberá operar en caso de que la protección primaria no funcione, o en el caso de que la corriente exceda la capacidad de la protección primaria. Un interruptor que se combina con un arrancador magnético, proporciona esta función de protección secundaria. Por ejemplo, su característica de tiempo de disparo ó de función se selecciona de modo que interrumpa la sobre corriente del motor solamente en caso de que el relevador térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protección es la de que este no dispare innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios pueden ser causado por lo que se ha usado un dispositivo protector de circuitos cuya capacidad continua de corriente no es adecuada para conducir la corriente a plena carga del circuito en temperaturas ambientes más elevadas que la temperatura ambiente de calibración original. También puede presentarse esta condición como resultado de la falta de coordinación de las características de disparo ó de función de los dispositivos protectores usados.

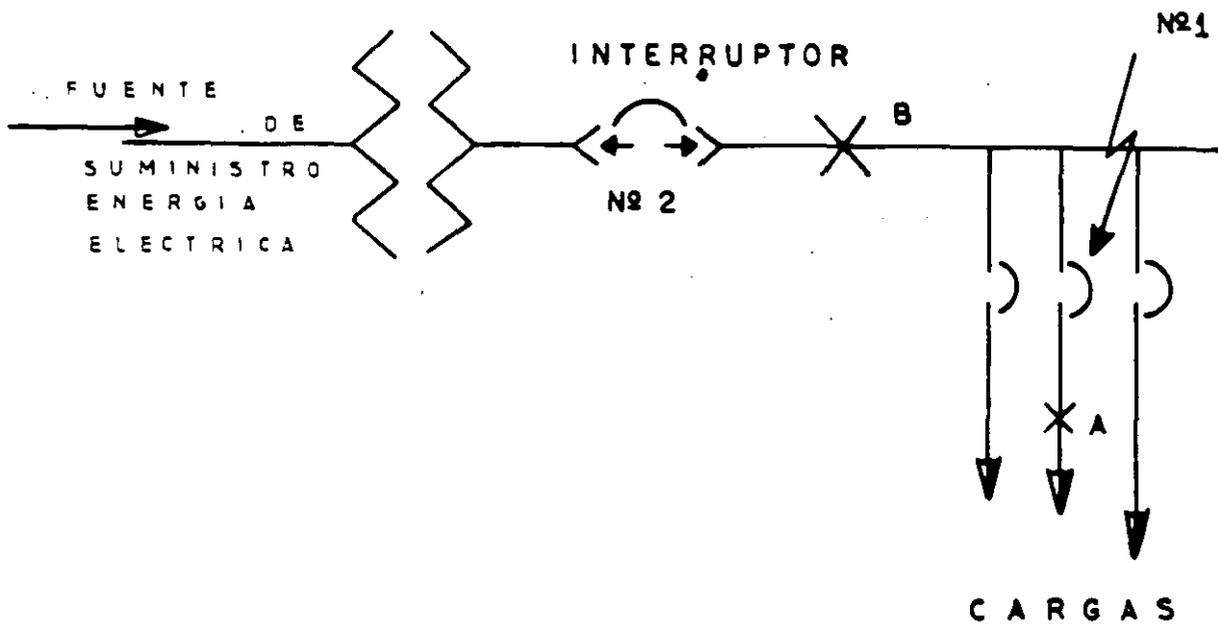


DIAGRAMA UNIFILAR DE  
UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS  
DERIVADOS

En este último caso, tomese como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la figura 6. El interruptor número uno se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla del "A". Por consiguiente el interruptor número dos debe tener una característica tal que no abra al ocurrir dicha falla en "A" excepto si es necesario que opere como protección de respaldo, de modo que la energía continuará siendo alimentada a los circuitos que no tienen falla. Pero una falla en "B", el interruptor número 2 debe interrumpirla.

Cuando este interruptor abre como se explica en este ejemplo, se dice que es "Selectivo" y por consiguiente, que está formulado con el interruptor número uno.

La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

#### DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.-

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comunmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales a simple vista, puede solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de los componentes que forman el sistema de distribución.

Ocultos en las paredes, bajo el piso y en los techos se encuentran los cables y los ductos que conducen la energía eléctrica a las diferentes partes del sistema. Los gabinetes metálicos de las instalaciones modernas dificultan en cierto grado la identificación de los varios dispositivos que se encuentran instalados dentro de los mismos. Es por lo tanto necesario para el ingeniero el contar con algun esquema o cuadro que muestre el arreglo del circuito, el número de fuentes de energía, el tipo y tamaño de los alimentadores, la capacidad de los motores, los niveles de tensión eléctrica y otros muchos datos que describen con toda precisión a los sistemas eléctricos. Dicho "cuadro" da las respuestas a preguntas tales como, ¿ Que equipos será desenergizado cuando este interruptor se abra? ó así mismo ¿ puede alimentarse este motor desde otra fuente de energía?.

El "cuadro" ó esquema que permite al ingeniero entender el sistema de distribución se conoce con el nombre de diagrama unifilar. se le llama "unifilar" debido a que en el todos los conductores de cada circuito se representan con una sola línea, independientemente de que se trate de un sistema monofásico ó de uno trifásico. Se usan diferentes simbolos en los diagramas unilaterales, los cuales identifican en forma específica a los equipos eléctricos del sistema.

La línea que llega desde la fuente de energía termina en una mufa de donde pasa a un transformador a travez de un interruptor desconectador. del secundario del transformador, un interruptor deslizante alimenta a cuatro interruptores en aire tambien deslizantes, uno de los cuales es de reserva.

De la izquierda a la derecha el primer alimentador suministra energía a un centro de control para motores, en el cual se encuentran agrupados varios arrancadores magnéticos combinados. El segundo alimentador está conectado a dos tableros de alumbrado por medio de un ducto uno de dichos tableros, por medio de un interruptor fusible y, el otro, a traves de un interruptor fusible y un transformador.

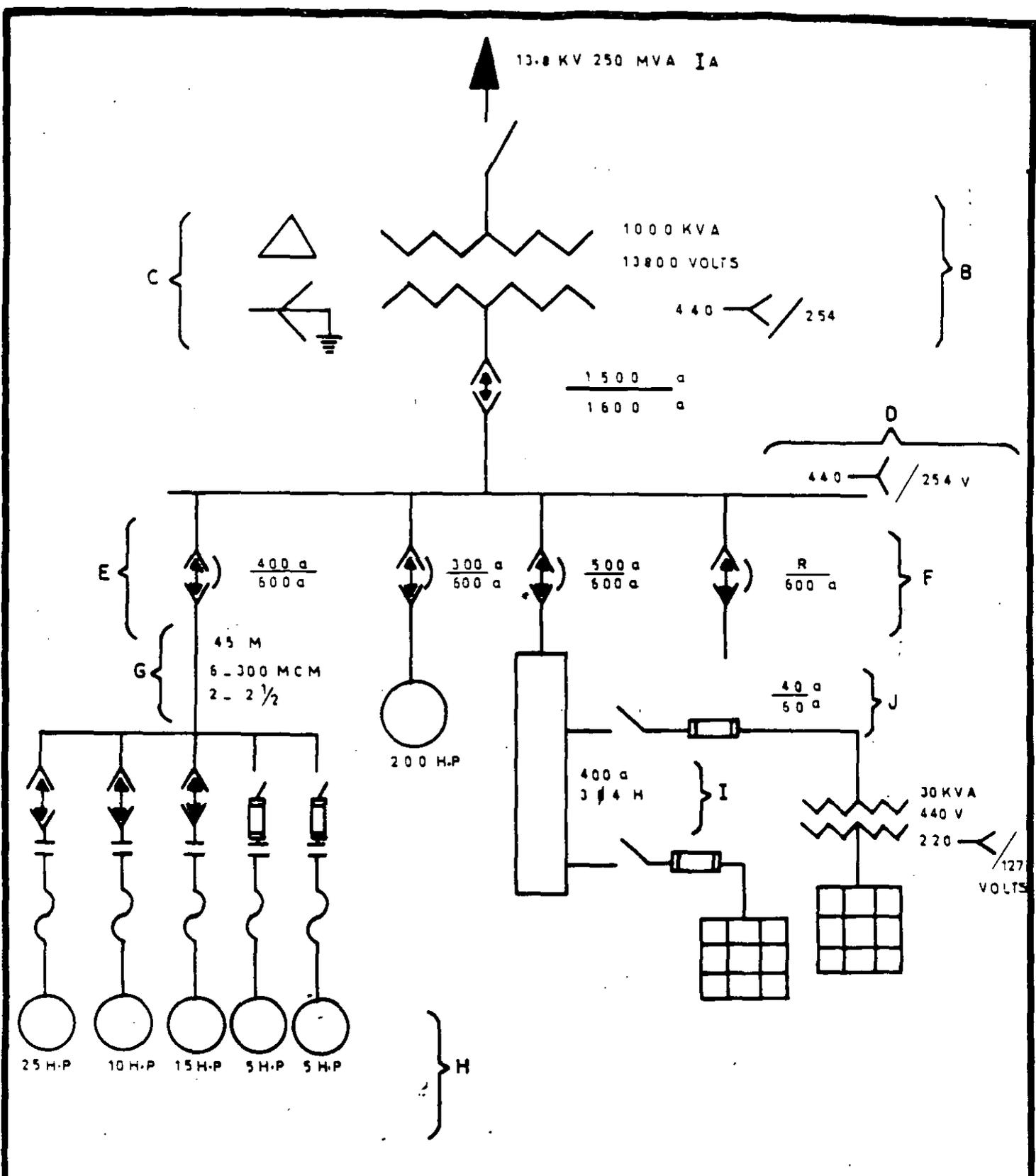


DIAGRAMA UNIFILAR

FIG. No 7

A.- Esta nota indica que el nivel de la tensión eléctrica de la fuente de energía es 13.8 KV (13,800 volts) y que al ocurrir un corto circuito firmemente entre las tres fases del alimentador de 13.8 KV, se presentará una energía de corto circuito con valor de 250Mva (250,000 KVA) disponible en el sistema de alimentación este valor corresponde a aproximadamente a 10,500 amperios en 13.8 KV. esta información determina la selección de los dispositivos de protección en ambos lados del transformador.

B.- Estas cifras definen las características del transformador siendo este de 1,000 KV, con primario de 13.8 KV. y secundario de 440 voltios entre líneas conectado en estrella y con 254 voltios entre línea y neutro.

C.- estos simbolos indican que el transformador está conectado en delta en el primario y estrella en el secundario, cuyo neutro esta conectado firmemente.

D.- Estas cifras identifican el nivel de tensión eléctrica del sistema

E.- Estas designaciones identifican la capacidad de los interruptores. la cifra 600, abajo de la línea, indica el tamaño del marco del interruptor y la cifra 400a, arriba de la línea, indica el valor de la corriente de disparo del elemento de operación.

Debido a que hay considerable superposición entre las características disponibles por corriente para los distintos tamaños nominales de interruptores en el mercado, ambas cifras se requieren para dar una descripción completa de los interruptores usados.

F.- Este es un interruptor de reserva, con un marco de 600 amperios, para el cual las bobinas de disparo no ha sido seleccionadas.

G.- Este es un alimentador que consiste en seis cables de 300 MCM, ~~dos por fase, en dos conduits de 2. 1/2"~~ el alimentador es de 45 mts. de largo .

H.- Indica las capacidades de los motores.

I.- Indica la capacidad del ducto, la cual es de 400 amperios, 3 fases, 4 hilos.

J.- Esta anotación de la capacidad del fusible (40Amps.) y la del interruptor es normalmente, la inmediata superior estandar con respecto al fusible, a menos de que pueda obtenerse un interruptor cuya capacidad sea la misma que la del fusible.

## 2.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA. CIRCUITOS ALIMENTADORES:

El Arrancador.

### ARRANCADOR MAGNETICO

El arrancador magnético está formado por un contactor que permite abrir y cerrar respectivamente los circuitos, millones de operaciones en condiciones normales y anormales en caso de sobre corriente que no sobrepase el valor de corriente ó rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal.

Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobre carga a fin de interrumpir ó abrir los contactos cuando la corriente del motor sobre pasa la nominal en el valor ajustado que protege al motor evitando se queme, procediendo a verificar y corregir la anomalía que causa la sobrecarga.

El arrancador magnético puede ser accionado manualmente a través de una estación de botones dispositivo piloto; termostato, presostato, electronivel, etc. Así mismo mediante una protección de sobrecarga, bajo voltaje, alto voltaje, rele direccional, de falla de fase, protección de tierra, etc.

A fin de proteger el circuito el motor contra estos problemas.

Se puede clasificar:

- A.- Funcionamiento.- Manual, automático a tensión plena a voltaje reducido.
- B.- Forma de extinguir el arco.- El aire, aceite, gas a presión ó en vacío.
- C.- Finalidad.- De protección, seccional, selector de mando.
- D.- Medio ambiente.- En tablero, en gabinete; a prueba de polvo, de agua, corrosión ó explosión.
- 1.- Arrancador a tensión plena.- Bajo condiciones apropiadas de carga, tamaño de motor, tensión, se puede utilizar para arrancar el motor. El motor puede soportar una corriente de arranque de 800% y procedera a girar, pero hay que considerar los problemas que pueden causar a la máquina por accionar, si esta puede dañarse y causar disturbios en la línea en cuyo caso un arrancador a voltaje reducido será más adecuado y necesario. Por lo tanto no solo nos limita la capacidad del motor que sea mayor de 10 H.P., para considerarlo.
- 2.- Arrancadores manuales.- Adecuados para motores de hasta 7.5 H.P., 3 fases, que operan continuamente ó tienen pocas interrupciones. No tienen protección de no voltaje y por lo tanto el sobrecalentamiento del motor por esta causa, no lo protegera.

Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la cía. de Luz al normalizarse: Arrancarán al motor y si es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conbiene que operen continuamente es ideal.

### 3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias .- Se tiene perdida de energía.
- B) Tipo autotransformador.- Limita la corriente en el arranque y da lugar a mayores pares de arranque (En estrella ó en delta abierta). Pudiendo ajustarse según el caso para reducir el voltaje en 80%, 65% ó 50%.
- C) Devanado de partido.- Para cargas ligeras: la aceleración es suave.
- D) Estrella diagonal delta.- Limitado, equivalente al 57% del tipo autotransformador y se proporciona un 33% del par de arranque.

### 4.- Elementos térmicos.- Que se utilizan para dar la protección de sobrecarga, se tienen varios tipos:

- A) De aleación que al sobrecalentarse y fundirse, mueve un engrane que suelta el trinquete.
- B) Tipo de resistencia.
- C) Tipo bimetálico.- Directo ó indirecto.

Normalmente su ajuste máximo es de 125% de la corriente nominal del motor. Considerando que el motor está diseñado para un factor de servicio de 1.15 y una sobre elevación de temperatura de 40°C.

Para otro tipo de motores es recomendable ajustar los elementos térmicos a 115%.

Al seleccionar los elementos térmicos es de considerar el factor de potencia al cual opera y si se instala una capacidad para corregirlo al lado de la carga deberá tenerse cuidado que el factor de potencia no se aumente a más de la unidad conveniente 95% .

En el caso de arrancadores a voltaje reducido no deberan instalarse del lado de la carga por el peligro que presenta la viación de voltaje. Ver fig. no. 9.

FIGURA No. 9

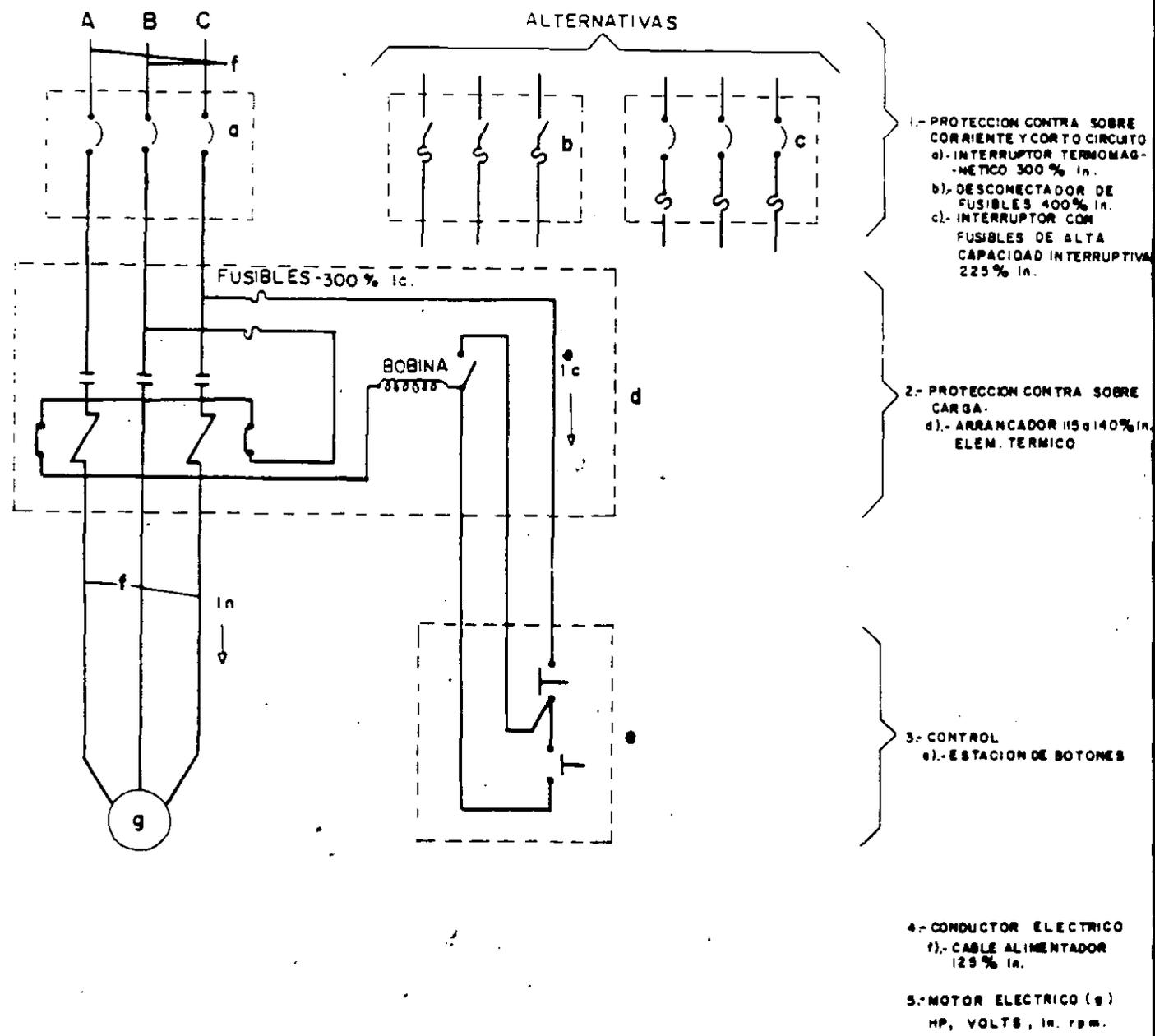


DIAGRAMA ELECTRICO  
 PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.  
 CORTOCIRCUITO - SOBRE CORRIENTE - SOBRECARGA.

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia d- la operación.-

Si apretamos el botón de arrancar (A), instantaneamente se cierra el contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de la bobina (C.B.) quedando el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por:

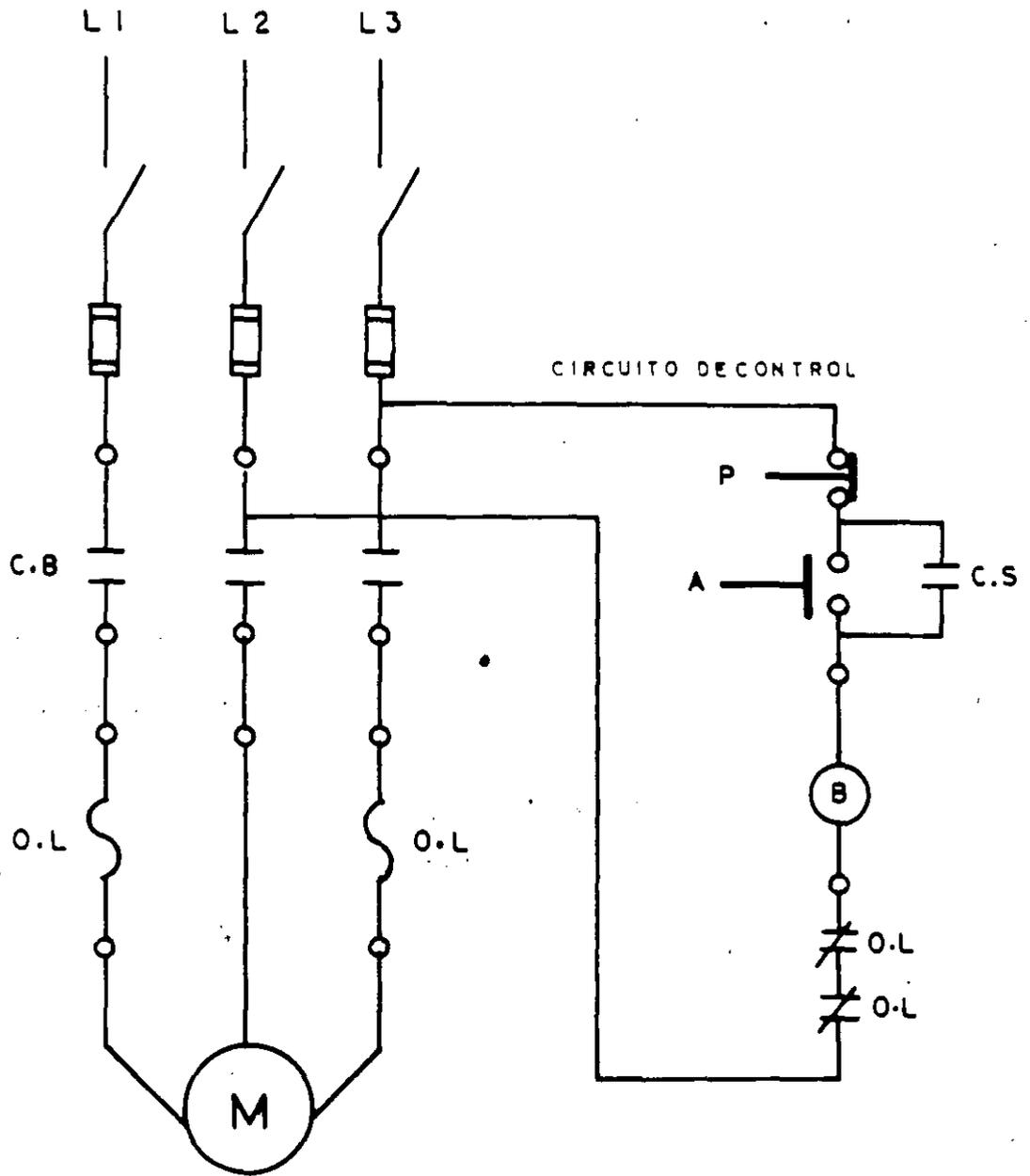
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga -- (OVER LOAD) (OL).

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO  
CON ARRANCADOR MAGENETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

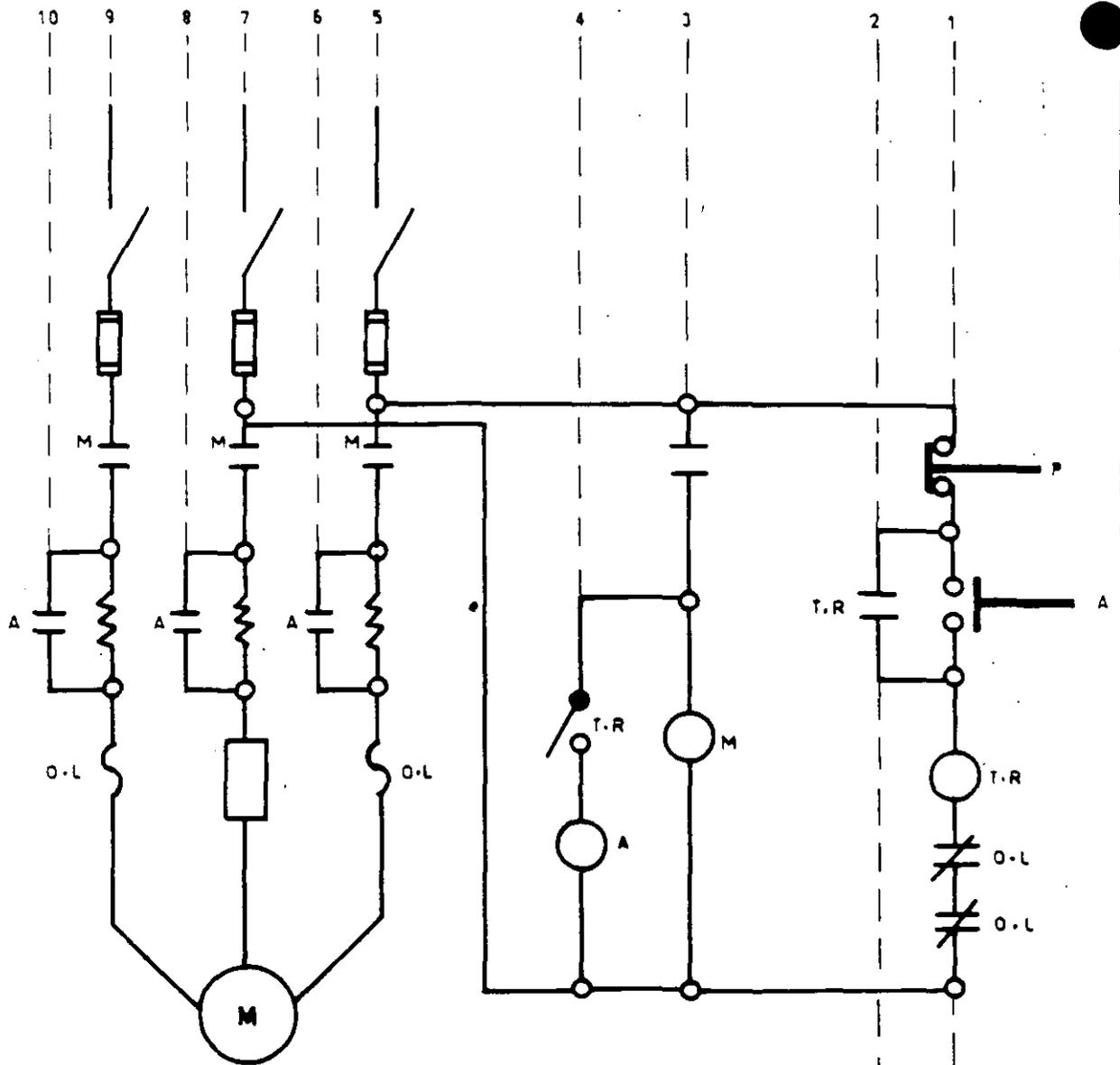
Secuencia de la operación.-

Al oprimir el botón de arranque, (A), se energiza la bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instantaneos (TR) en los ejes 2,3, el contacto en 2 es de sello ó en clave, el contacto en 3 energiza la bobina (M), la que -- cierra sus contactos en 5,7 y 9 quedando el motor alimentado a través de las resistencias, las que provocan una caída de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión reducida. El mismo contacto en el eje 3 deja preparado el circuito para que el contacto (TR) en el eje 4 que es el contacto de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar -- energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contactos (A) en los ejes 6,8 y 10 quedando así el motor alimentado a la tensión de la línea.



ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

FIG. No 10



ARRANCADOR MAGNETICO  
A TENSION REDUCIDA

FIG. No II

APLICACION TIPICA DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES  
ELECTRICAS

La familiarización y la comprensión cabal del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como del "NATIONAL -- ELECTRICAL CODE" requiere mucho estudio de dichos documentos, el cuál está fuera del propósito de este curso. Sin embargo, -- es conveniente tener un concepto general de la forma como -- estos reglamentos se aplican, por lo que el siguiente ejemplo se presenta con este propósito. Debe recordarse que ambos docu- mentos contienen solamente las provisiones básicas y mínimas -- que se consideran necesarias para operación de los sistemas y aparatos eléctricos con un grado de seguridad satisfactorio.

Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de inducción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá -- conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componen- tes es necesaria para proteger al personal de los riesgos que el uso de la electricidad presenta, el reglamento de obras e -- instalaciones eléctricas así como el "NATIONAL ELECTRICAL CODE" indican los requerimientos mínimos para el alambrado y la pro- tección de este circuito.

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas caracterís- ticas del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

- A) Potencia del motor: 20 Cp.
- B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.
- C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño nema B, par de arran- que normal, corriente de arranque normal.
- D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.

2.) TIPO DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

El segundo paso incluye la determinación de los conductores que el cliente desea usar en el circuito. El cliente ha -- especificado en este caso lo siguiente:

- A) Tres conductores de cobre, con aislamiento termoplástico, - en tubo conduit.
- B) Temperatura ambiente máxima: 40°C.

3.) CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

- A) El artículo 11 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas trata sobre los conductores adecuados y las condiciones bajo las cuales van a ser usados. Por otro lado,

se especifica que "la corriente permisible - en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante, no será menor de 125% de la corriente nominal a carga plena del motor."

Capacidad del circuito derivado =  $1.25 \times 25.8 = 32.2$  amp.  
(min).

- B) La tabla No. 2 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas muestra las capacidades de los conductores a una temperatura ambiente de 30°C. Para su uso en ambiente de 40°C, la continuación de la misma tabla muestra los factores de - corrección para temperaturas mayores de 30°C, el cuál es de 0.82 para nuestro caso. Usando la columna No. 3 para conductores con aislamiento termoplástico seleccionamos un conductor de calibre No. 8 AWG.

Corriente permitida = 40 amp. x 0.82 = 32.8 amp. (adecuado)

- C) Compruébese la caída de tensión en el alimentador cuando el motor opera a plena carga. En el artículo 6, inciso 2 del - reglamento de obras e instalaciones eléctricas, se especifica que, " la caída de voltaje desde la entrada del servicio hasta el último punto de la canalización correspondiente, - la carga no deberá ser mayor de 4% para cargas de aparatos y motores". Si la caída de tensión calculada resulta mayor de este valor, considerese un calibre más grande para los - conductores.

4.) REGLAMENTO DE SOBRECARGA

El reglamento de obras e instalaciones eléctricas indica que "la capacidad ó el ajuste de este dispositivo (de sobrecorriente) no deberá ser mayor del 140% de la corriente nominal a plena carga "Sin embargo, este porcentaje indica la tolerancia máxima que puede aceptarse siendo normalmente aceptado por los fabricantes de los motores con 40°C, de sobre elevación de temperatura, que el dispositivo de sobrecarga no dispare a más de 125% de la corriente a plena carga del motor. Está misma cifra se menciona también en el nec, - artículo 430-32.

Capacidad de sobrecarga =  $1.25 \times 25.8 = 32.2$  amps. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE PARA UN ALIMENTADOR QUE SUMINISTRA A MOTORES.

A) A partir del reglamento de obras e instalaciones eléctricas específica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción que se refiere a la capacidad ó ajuste del dispositivo protector de sobre corriente del circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque; pero su capacidad ó ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor...

B) El código nacional eléctrico de los EE. UU. (NEC) es más estricto al respecto, aunque solo especifica la capacidad mínima y máxima del dispositivo de protección contra corto circuito permitiendo el diseñador la selección dentro de ambos límites de la capacidad requerida.

Capacidad mínima: El artículo 430-57, indica que, el interruptor... deberá tener una capacidad continua de 115% de la corriente nominal del motor a plena carga.

Capacidad mínima del interruptor =  $25.8 \times 1.15 = 30$  amp.

Capacidad máxima: Puede obtenerse esta cifra de dos maneras: en la tabla 430-146, en la línea de 26 amps. y bajo la columna cuatro, la capacidad máxima del interruptor es de 70 amps. el otro modo es por medio de la tabla 430-152 del mismo nec. para motores con letra código F (La cual aplica los motores-tipo K), polifásicos, de inducción, con arranque a pleno voltaje, la capacidad máxima del interruptor es de 250% de la corriente a carga máxima ó la capacidad estandar inmediata superior.

$I_{max.} = 25.8 \times 2.5 = 65 \text{ amps.}$

Capacidad máxima del interruptor = 70 amps.

cualquiera de las capacidades normales en que se fabrican -- los interruptores es decir, 30, 40, 50, ó 70 amps., puede seleccionarse para esta aplicación de acuerdo con el nec. sin embargo, debido a que los interruptores termomagnéticos de caja moldeada son sensibles para temperatura ambiente y a que sus capacidades nominales son establecidas a una temperatura ambiente de 25°C, debe considerarse la temperatura ambiente a la cual el interruptor estará sometido y tambien los efectos de la caja ó cubierta dentro de la cual pueda hallarse instalado con objeto de evitar disparos innecesarios del interruptor.

#### Instalación eléctrica de motores

Ver fig. 8

Corriente a plena carga:

Es la corriente que consume un motor cuando está desarrollando su potencia nominal a la velocidad normal y por lo tanto influye las pérdidas mecánicas por fricción, las perdidas magneticas por histereses y las perdidas eléctricas en el cobre por efecto joule

A) Circuito derivado del motor.- Los conductores se calculan para un 25% de sobrecarga osea para 1.25 veces la corriente a plena carga.

B) Protección del circuito derivado.- Los fusibles e interruptores automáticos para proteger el circuito derivado contra corto circuito debe resistir la corriente de arranque del motor que es varias veces la corriente a plena carga. Fusibles 300%.

Interruptor aut. 250%

C) Desconectador del motor.- Este sirve para desconectar el motor y su control, para revisiones ó reparaciones y debe abrirse despues de que haya parado el motor.

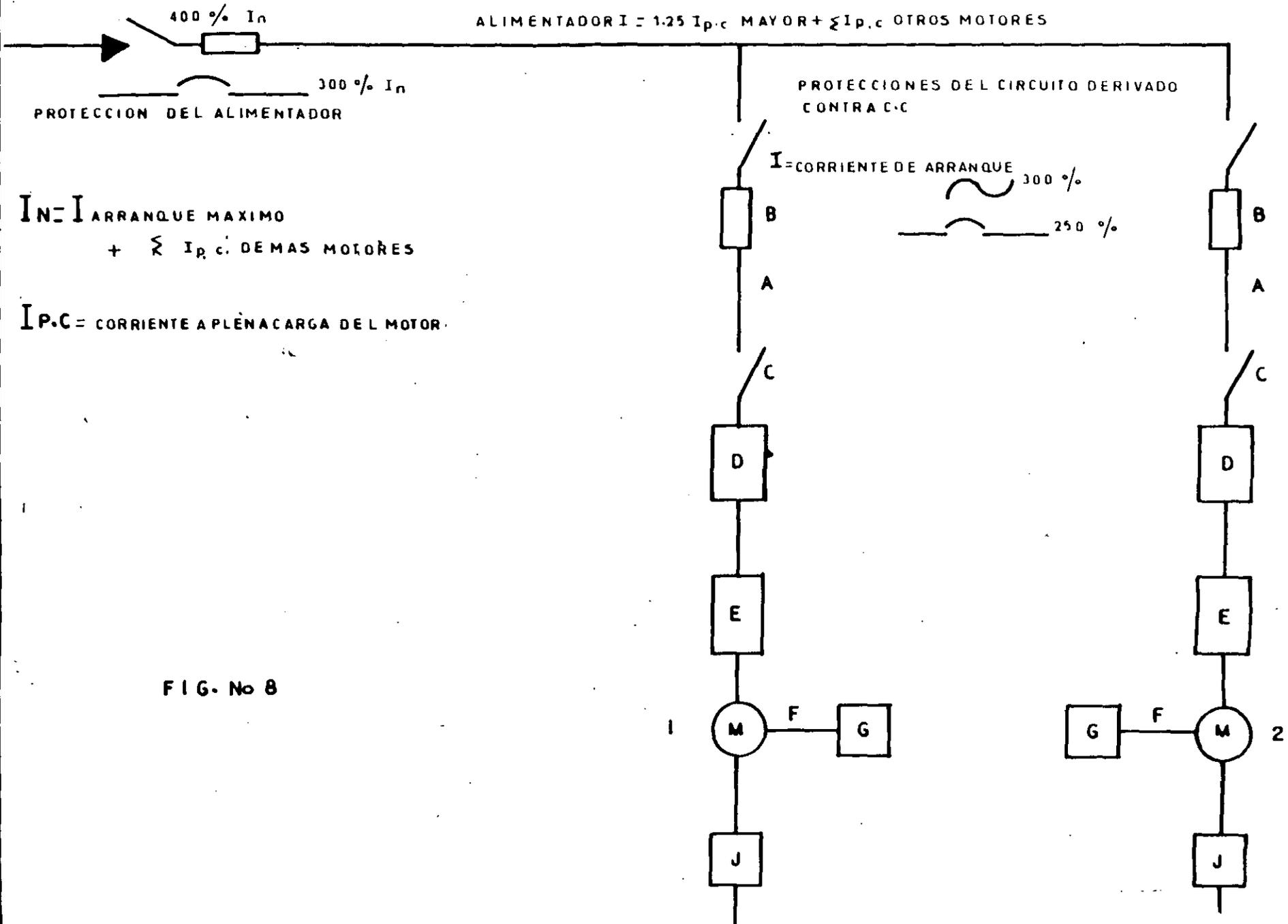
Su capacidad se calcula tomando 1.15 veces la corriente a plena carga.

- D) Protección del motor contra sobre carga.- Los elementos térmicos de acción retardada se calculan para una sobre carga del 25% ó sea 1.25 veces la corriente a plena carga. Siendo de acción retardada resisten la corriente de arranque momentanea del motor.
- E) Control del motor.- Este aparato sirve para arrancar y parar el motor y generalmente incluye los elementos térmicos (D) para la protección del motor.
- G) Control remoto del motor.- El control (E) del motor puede operarse desde otros lugares por medio de una estación de botones (G) conectado por medio de los conductores(F).
- J) Control secundario.- Para motores con rotor devanado y anillos rozantes, el motor se controla por medio de un reostato que puede estar cerca ó lejos del motor, el cual sirve para arrancar y variar su velocidad.

60

# INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES

ALIMENTADOR  $I = 1.25 I_{p.c} \text{ MAYOR} + \sum I_{p.c} \text{ OTROS MOTORES}$

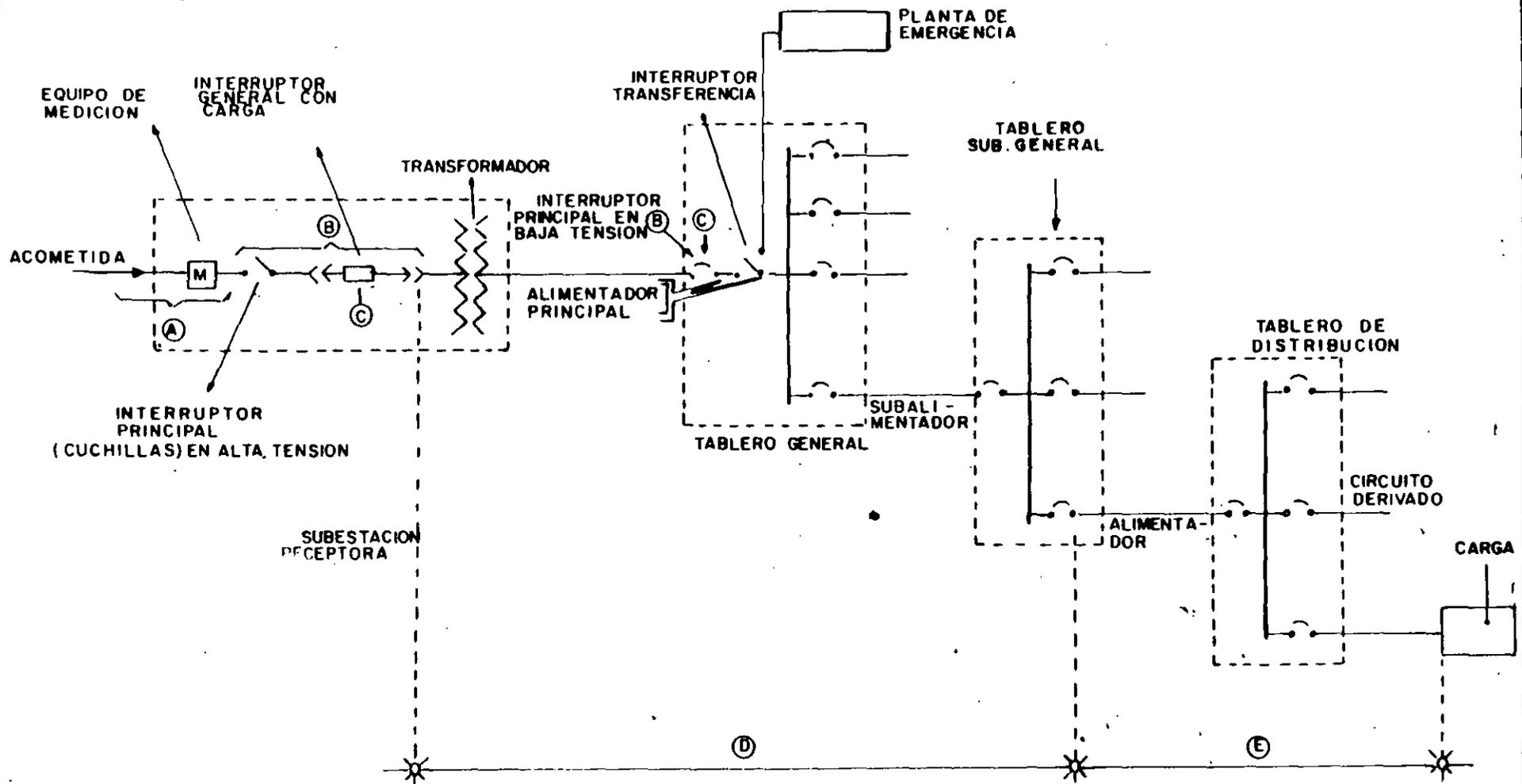


$I_n = I_{\text{ARRANQUE MAXIMO}} + \sum I_{p.c.} \text{ DEMAS MOTORES}$

$I_{p.c.} = \text{CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR}$

FIG. No 8

67



- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A.- DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.-

LOS DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA ESTAN FORMADOS POR LAS "LINEAS DE SERVICIO", QUE SON LOS CONDUCTORES Y EL EQUIPO QUE SE USAN PARA EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA DESDE LAS LINEAS O EQUIPOS INMEDIATOS DEL SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO, HASTA LOS MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION DE LA INSTALACION SERVIDA. QUEDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICION" DE LA CIA. DE LUZ.

B Y C.- DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.

EL 2o Y 3er. ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE DE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

D Y E.- SISTEMA DE DISTRIBUCION.

EL 4o. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICION DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACION SERVIDA O AUN DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLANEEEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTÁ INTEGRADO POR:

## CENTROS DE DISTRIBUCION.

Es el que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

Clasificación: De acuerdo con la tensión los tableros pueden ser de alta tensión y de baja tensión.

TABLEROS DE BAJA TENSION: Deben cumplir con el art. 25 de ROEI. y 75.

### a) TABLEROS PRINCIPALES:

Tienen por objeto alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica dentro del area, donde se genere ó utilice.

Cuando un tablero este mejor diseñado a los usos a que se destine, se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, permitiendo economias es su consumo, continuidad en el servicio, protección a las personas y propiedad, a un costo mínimo del propio tablero.

Un tablero puede ser pequeño, para ser usado en una casa habitación, con capacidad de unos 1000 watts, ó bien, puede ocupar una area de varios metros cuadrados para grandes instalaciones industriales, donde se manejen muchos millones de watts.

Un tablero puede estar formado por una sección ó varias para facilitar su transporte y montaje, pero una vez unidas formaran un solo conjunto.

#### a.1) Componentes de un tablero.

- Los gabinetes son cajas metalicas o blindaje que tienen por objeto: montar el equipo eléctrico, de conexión, desconexión, medición y control; conectar interiormente ese equipo; protegerlo de la intemperie, del polvo ó de golpes; proteger las personas y a la propiedad de descargas eléctricas accidentales.

Los gabinetes se clasifican en dos tipos según la rudeza a que se sometan exteriormente.

TIPO INTERIOR: Son los tableros colocados en el interior de un edificio, bajo cubierta, sin que se vean afectados por la lluvia, la humedad, ó cualesquiera otros agentes físicos que los perjudiquen. Se fabrican con lamina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

TIPO EXTERIOR O INTEMPERIE: Para ser montados a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestos a la lluvia, al sol, al polvo y a golpes ocasionales. Se fabrican con lamina gruesa, de 3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaques de hule y sin dejar expuestos los aparatos.

- Barras. Las barras son los elementos de conexión entre el interruptor principal ó general y los derivados. En sistemas trifásicos se compone de tres barras, rectangulares de cobre electrolítico, con una conductividad eléctrica mínima de 99%. Las barras se calculan para una elevación de temperatura, a plena carga, de 30°C, sobre el ambiente de 40°C -- máximo.

Además de las barras principales, que van aisladas, a lo largo del tablero, en la parte inferior, se coloca otra barra de tierra, firmemente unida sin aislamientos, a los gabinetes.

Esta barra tiene por objeto, evitar poner en peligro de un choque eléctrico al operar que toque un gabinete cuando haya una falla de aislamiento. El tamaño de las barras y su número por cada polo se indican a continuación:

CAPACIDAD MAXIMA AMPS.	DIMENSIONES EN MM. Y PULG.		NUM. DE BARRAS EN PARALELO
200	6.3x25.4	1/4x1	1
400	6.3x38.0	1/4x1 1/2	1
600	6.3x50.8	1/4x2	1
800	6.3x50.8	1/4x2	1
1200	6.3x76.0	1/4x3	1
1600	6.3x101.6	1/4x4	1
2000	6.3x76.0	1/4x3	2
5000	12.6x76.0	1/2x3	2
4000	12.6x101.6	1/2x4	2

INTERRUPTORES: Los interruptores son la parte principal de un tablero. De la calidad y de su correcta aplicación depende la bondad del tablero. En México hay tres tipos de interruptores, que han ganado la aceptación de los usuarios: el termomagnético en caja de plástico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva. Los interruptores termomagnéticos son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse acomodar y conectar uno al lado del otro, y por ser económicos dentro de su funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta 100 A. y de 2 y 3 polos hasta 2500A. Universalmente se usan ocho interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales ó generales.

Los interruptores electromagnéticos son más robustos, capaces de un número mayor de operaciones sin reparaciones y susceptibles de ajuste del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas ó cortos circuitos se abran primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde exista la falla. Estos

interruptores son muchos más caros que los termomagnéticos.

Y se fabrican hasta capacidades de 6000 amps. y 100000 amps. asimétricos.

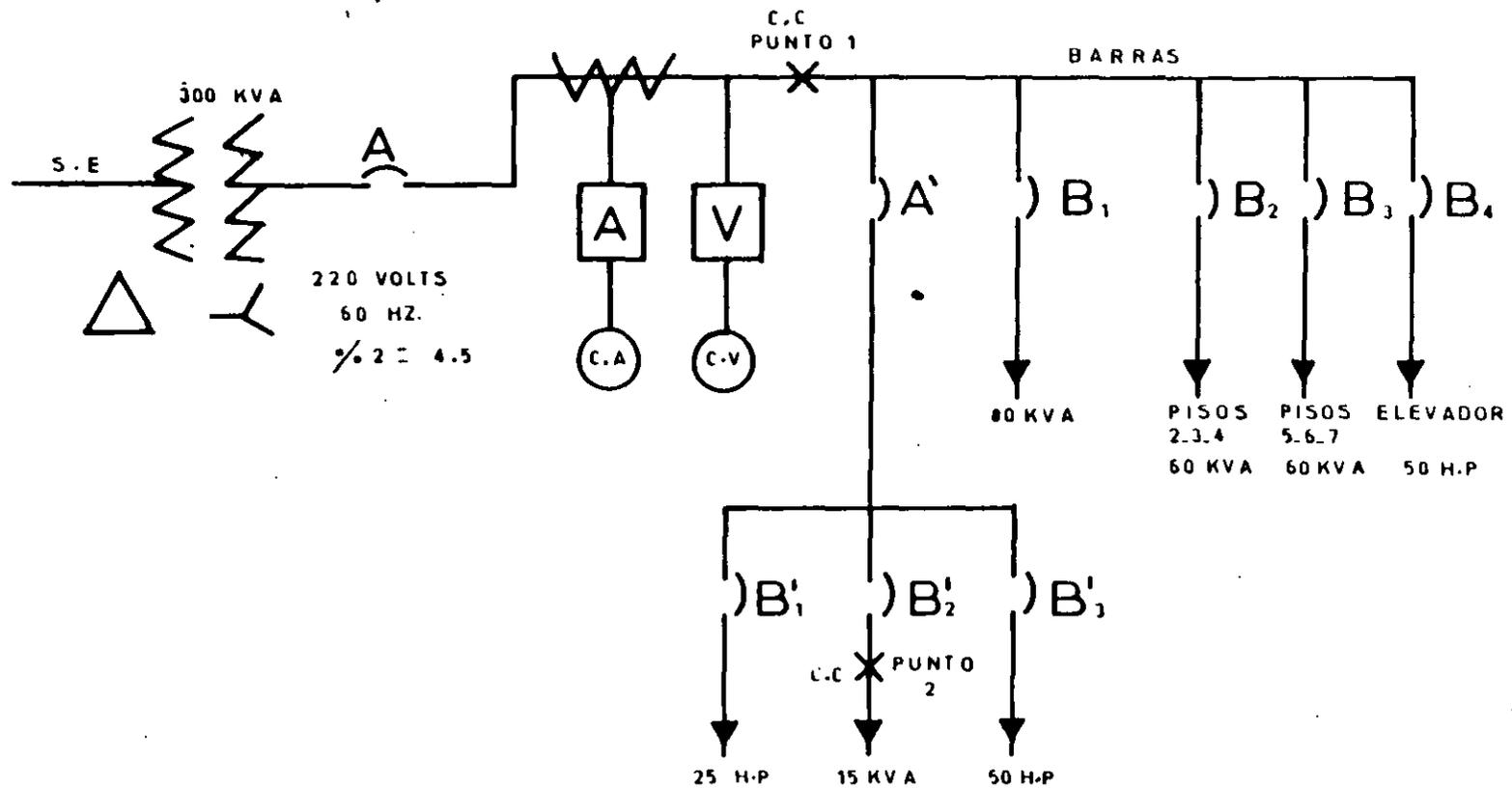
Los interruptores confusibles de alta capacidad interruptiva son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200,000A., pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan ó derivan de fuentes ó bloques de gran capacidad.

INSTRUMENTOS: Un tablero, para llenar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control ó mantenimiento cuando las instalaciones son importantes ó que genera la electricidad, conviene medir las características principales de energía eléctrica.

Los instrumentos industriales necesitan para su conexión dispositivos auxiliares. Generalmente en tensiones hasta 240 V. son para conexión directa, pero para 440 V., son necesarios transformadores de potencial (T. P.). Cuando las corrientes exceden de 50 A., se usan transformadores de corriente (T. C.). Cuando es necesario, con un solo instrumento, medir los tres aspectos que tiene un sistema trifásico se usan conmutadores (CM) aplicables para los ampérmetros y los voltmetro.

Ampérmetros, voltmetro, wattmetro, vámetro, frecuencímetro, -- medidor ó wathrímetro.

# DIAGRAMA UNIFILAR DE UN TABLERO



Diseño de un tablero principal

- a).- Haga un diagrama unifilar, con los componentes del tablero según las necesidades eléctricas del edificio.
- b).- Cálculense las capacidades normales en amperes del interruptor general y de los derivados.
- c).- Cálculense el corto circuito aproximado en el punto uno de la figura.

$$I_{cc} = \frac{I_n(\text{transformador}) \times 100}{\% Z}$$

$$I_n = \frac{\text{KVA} \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$I_{cc} = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

- d).- Calcular el corto circuito en el punto 2; aun es más desfavorable pues contribuyen a aumentar el corto circuito los motores que juntos suman 125 H.P. (310 amps), que con una imperancia del 20% darian:

$$I_{cc} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

El corto circuito total para el punto dos será de:

$$I_{cct} = 17,600 + 1550 = 19150 \text{ amps.}$$

e).- Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NORMAL	TIPO	C.I. 240 V.	C.I. CALCULADA
A	1,000	NM.	42,000	17,600
A	300	NJN	42,000	17,600
B	225	NFJ	25,000	17,600
B1	175	NFJ	25,000	17,600
B2	175	NFJ	25,000	17,600
B3	175	NFJ	25,000	17,600
B4	200	NFJ	25,000	17,600
B' 1	200	NFJ	25,000	19,150
B' 2	50	NEF	18,000	19,150
B' 3	300	NJL	42,000	19,150

<u>INTERRUPTOR</u>	<u>CARGA</u>	<u>AMPS. NORMALES</u>	<u>CALIBRACION AMPERES.</u>
A	300KV	$\frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 770$	
		$770 \times 1.25 = 962.5$	1000 amps.
	15.0 KVA		
	25 HP = $\frac{25 \times 0.746}{\cos \phi} =$	23.4 KVA	
	50 HP = $\frac{50 \times 0.746}{\cos \phi} =$	46.8 KVA	
	250 x 46.8 =	11.7 KVA	
	KVA	96.0 KVA	
B <sub>1</sub>	30 KVA.	$\frac{30 \times 1000}{1.73 \times 220} = 216$	225 amps.
B <sub>2</sub>	50 KVA.	$\frac{50 \times 1000}{1.73 \times 220} = 158$	175 amps.
B <sub>3</sub>	50 KVA.	" " = 158	175 amps.
B <sub>4</sub>	Motor devanado 50 HP.	Ver tabla	200 amps
B' <sub>1</sub>	Motor jaula de ardillo 25 HP T.R.	Ver tabla	200 amps.
B' <sub>2</sub>	15 KVA.	$\frac{15 \times 1000}{1.73 \times 220} = 39.5$	50 amps.
B' <sub>3</sub>	Motor jaula de ardillo 50 HP T.R.	Ver tabla	300 amps.

En la tabla, se da la calibración aproximada para diferentes motores trifásicos. Se supone para un motor el que se le aplica directamente la tensión de la línea que este toma un 250% de la corriente normal. Con un arrancador de tensión reducida (TR) toma 200% de

la tensión por el. Por último, para un motor con rotor devanado, con arrancador de resistencias se tendrá solo una corriente 150% de la normal.

b) TABLEROS SECUNDARIOS.

Los circuitos derivados necesitan una protección en su iniciación.

Cuando se lean varios circuitos de un mismo punto, el conjunto de elementos de protección se le llama "tablero".

Por lo tanto los puntos de iniciación de un tablero de circuitos de circuitos derivados.

- 1.- No se permite la distribución más de 42 circuitos derivados (cualquiera de corriente) a partir de un solo tablero.
- 2.- La separación mínima permitida en los conductores entre el tablero de circuitos derivados y la primera salida es de 30 mts.
- 3.- Todos los tableros de circuitos derivados deberán instalarse en sitios de acceso fácil.
- 4.- Los tableros de circuitos derivados deberán instalarse tan cerca como sea posible a los centros de carga que les corresponden.
- 5.- Si se desea interrumpir un circuito derivado desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros de circuitos derivados, deberá considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que estos tengan el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros de circuitos derivados, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los circuitos alimentadores para abastecer la carga.

- 3.- Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos que se alimente con una línea protectora de más de 200 amperes, debe estar en su totalidad protegido con dispositivos de protección contra sobrecorriente e incendio no inferior que el cable, sin exceder de 200 amperes.
- 4.- En edificios como escuelas, instituciones y cuarteles militares, incluye el hotel, se recomienda instalar en cada planta tableros derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez que se ha ya seleccionado los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de sus tableros deberá hacerse en planos y especificaciones una tabulación que indique: la designación de cada tablero, su localización, número y capacidad de los circuitos derivados, con indicaciones de su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

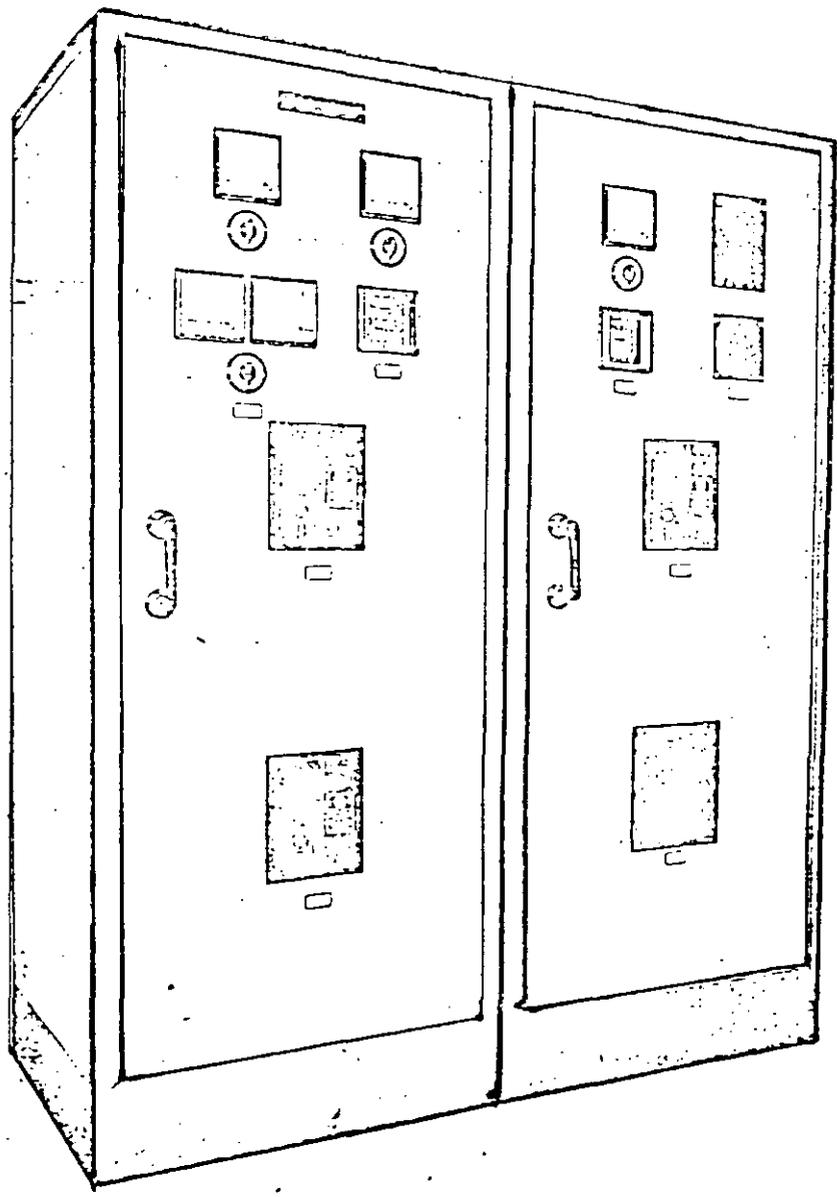
Los tableros de distribución tienen tres usos:

- 1) Distribuir la energía a los circuitos derivados
- 2) Proteger las líneas de los circuitos derivados, ya que al interconectar en ellos los cables de los alimentadores que generalmente llevan la energía para una zona amplia y que por lo mismo son de sección considerable, con los conductores de los circuitos derivados, lógicamente de menor sección, es necesario proteger contra sobrecorriente a estos últimos. Esta

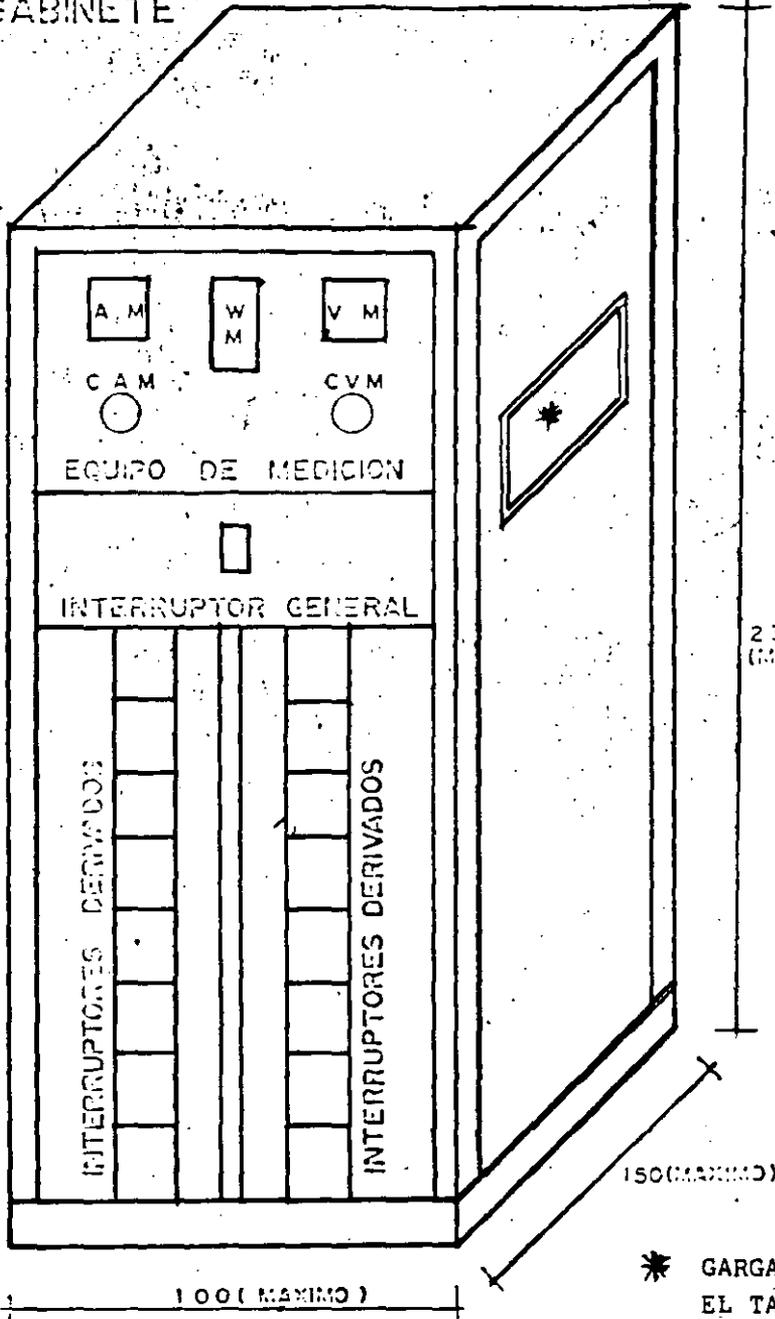
proteccion se provee con los interruptores automaticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

- 3) Al tercer fin de los tableros de distribucion, sobre todo en las instalaciones de las zonas publicas, o el control. Los interruptores de los tableros sirven para controlar y poner en operacion la instalacion electrica. Es conveniente en este caso que la especificacion se exija mediante interruptores de mayor resistencia por el uso constante. Tambien en este caso los tableros pueden contar con un interruptor principal que permita la desconexion total de la zona servida.

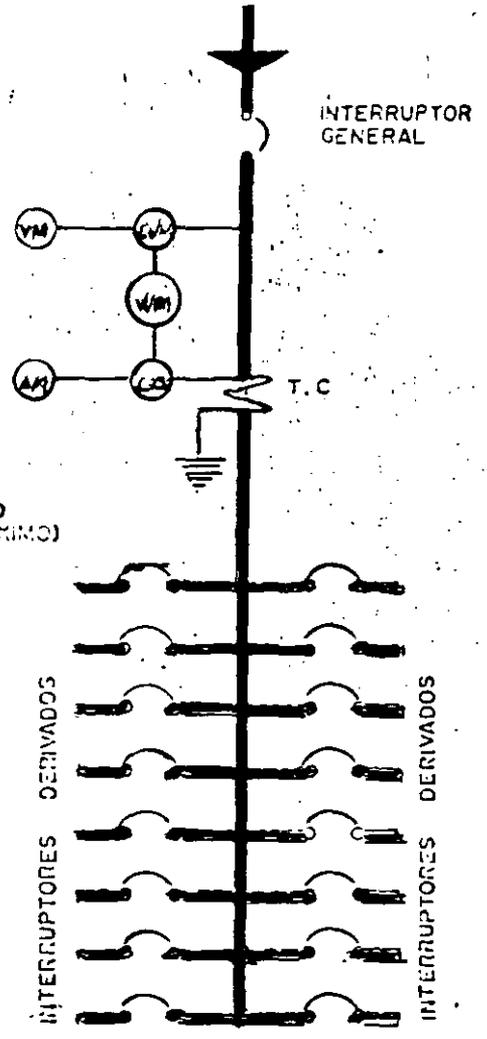




# GABINETE



# DIAGRAMA UNIFILAR



\* GARGANTA DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL TABLERO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA TOLVA DEL TRANSFORMADOR.

## CLAVE

- VM — VOLMETRO
- CVM — CONMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
- WM — WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRADOR)
- AM — AMPERMETRO
- CAM — CONMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
-  — INTERRUPTOR

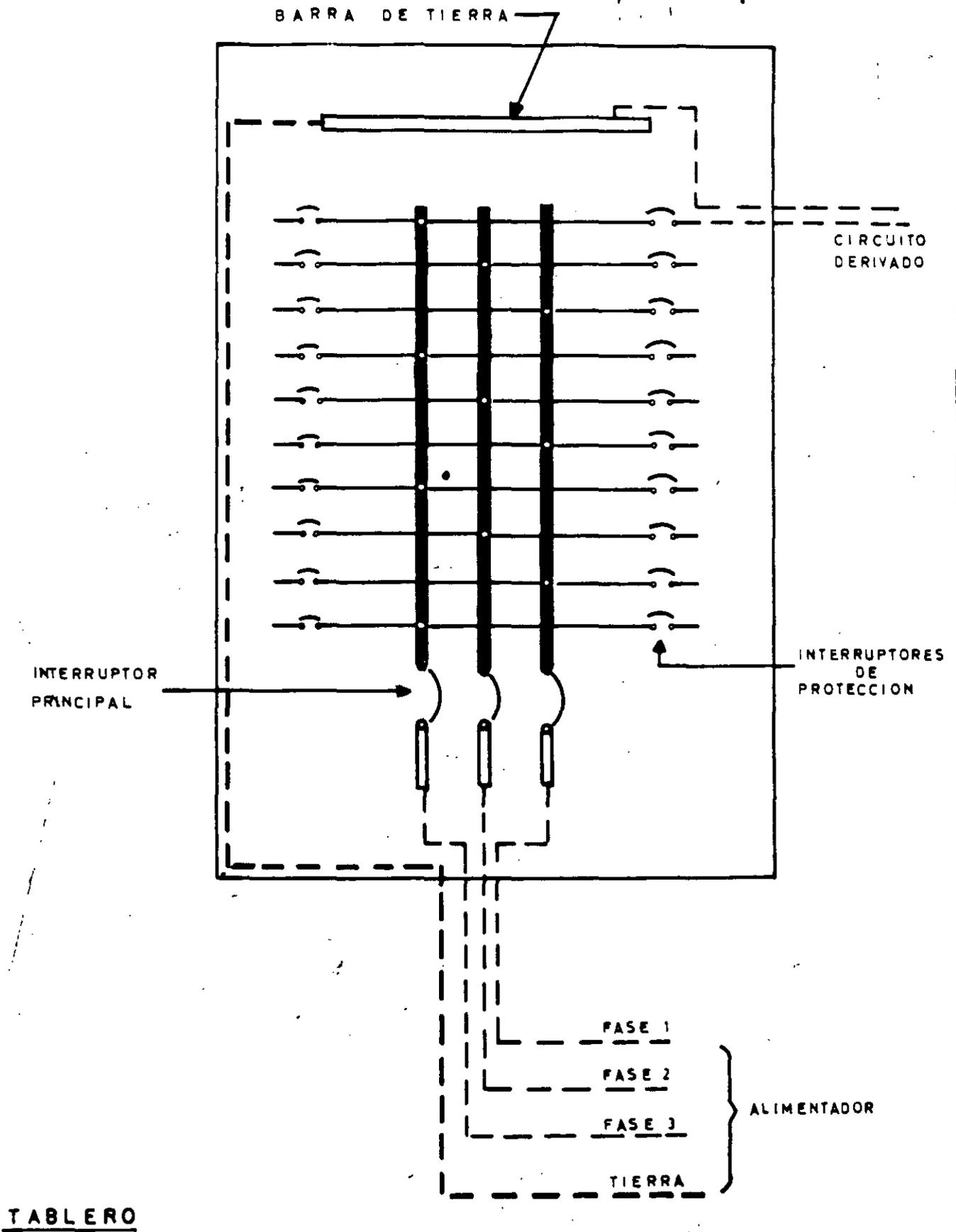
# 65 SUBESTACIONES UNITARIAS

Transformador trifásico en KVA y porcentaje de impedancia	Corriente de corto circuito máxima en KVA disponible del sistema primario	Corriente normal de plena carga en amperes	Corriente total de corto circuito RMS amperes simétricos			Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendado						
			Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	Sistema de plena capacidad F		Sistema cascada		Sistema selectivo		
						M	F	M	CT	M S	F	S

240 VOLTS-3 FASES												
Transformador	Corriente de corto circuito	Corriente normal	Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	M	F	M	CT	M S	F	S
100 (14.5%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	722	14,300 15,400 15,700 15,900 16,100	2900	17,200 18,000 18,300 18,600 18,800 19,000	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
500 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	1203	20,100 21,900 22,600 23,100 23,600 24,100	4800	24,900 26,700 27,400 27,900 28,400 28,900	Marco 1600A	225A 600A 600A 600A 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	225A 600A 600A 600A 600A	Marco 1600A
750 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	1804	24,900 27,800 28,900 29,800 30,600 31,400	7200	32,100 35,000 36,100 37,000 37,800 38,600	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 1600A
1000 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	2406	31,100 35,700 37,500 39,100 40,500 41,900	9600	43,700 45,300 47,100 48,700 50,100 51,500	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 3000A	225A 225A 225A 600A 600A	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A	1600A 3000A 3000A 3000A 3000A
1500 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	3609	41,300 49,800 53,900 56,900 59,700 62,500	14400	55,700 64,200 67,900 71,300 74,100 77,200	Marco 4000A	1600A 1600A 3000A 3000A 3000A	Marco 4000A	Marco 500A	Marco 4000A	1600A 1600A 3000A 3000A 3000A	3000A 3000A 4000A 4000A 4000A

480 VOLTS-3 FASES												
Transformador	Corriente de corto circuito	Corriente normal	Transformador solo	100% carga de motores	Combinado	M	F	M	CT	M S	F	S
300 (14.5%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	361	7,200 7,600 7,800 7,840 7,900 8,000	1400	8,600 9,000 9,200 9,240 9,400 9,450	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 225A
500 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	601	10,000 10,900 11,300 11,600 11,800 12,000	2400	12,400 13,300 14,700 14,000 14,200 14,400	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	225A 225A 600A 600A 600A
750 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	902	12,900 13,900 14,400 14,900 15,300 15,700	3600	16,100 17,500 18,000 18,500 18,900 19,200	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
1000 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	1203	15,300 17,800 18,800 19,600 20,200 20,900	4800	20,300 22,600 23,600 24,400 25,000 25,700	Marco 1600A	225A 600A 600A 600A 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	600A 600A 600A 600A 600A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A
1500 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	1804	20,600 24,900 26,700 28,400 29,800 31,400	7200	27,600 32,100 33,900 35,600 37,000 38,600	Marco 3000A	600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 1600A
2000 (15.75%)	50,000 100,000 150,000 250,000 500,000 Ilimitado	2406	24,700 31,100 34,000 36,700 39,100 41,900	9600	34,300 40,700 43,600 46,300 48,700 51,500	Marco 3000A	1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	Marco 3000A	225A 225A 600A 600A 600A	Marco 3000A	1600A 1600A 1600A 1600A 1600A	1600A 1600A 3000A 3000A 3000A

DEBEN SER INTS. DE OPERACION ELECTRICA.



TABLERO



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA**

SUBMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

INTRODUCCION

1. DESCRIPCION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION
  - 1.1 SISTEMA AEREO
  - 1.2 SISTEMA SUBTERRANEO
    - 1.2.1 RED AUTOMATICA
    - 1.2.2 RED RADIAL
  - 1.3 SISTEMA MIXTO
2. ACOMETIDAS
  - 2.1 ACOMETIDAS EN A. T. (23 KV)
    - 2.1.1 ACOMETIDAS EN AT (23 KV DE 20 KW A 200 KW DE DEMANDA)
    - 2.1.2 ACOMETIDA EN AT (23 KV DE MAS DE 200 KW DE DEMANDA)
  - 2.2 ACOMETIDAS EN B.T.
    - 2.2.1 DE LINEA AEREA
    - 2.2.2 DE CABLE SUBTERRANEO
  - 2.3 ACOMETIDAS EN B.T. DE 35 KW A 95 KW DE -- DEMANDA PROBABLE.
    - 2.3.1 DE LINEA AEREA
    - 2.3.2 DE CABLE SUBTERRANEO
  - 2.4 ACOMETIDAS EN B.T. DE MAS DE 95 KW DE -- DEMANDA PROBABLE
3. LOCALES PARA GABINETES 23 KV

Los Sistemas Subterráneos presentan una exposición muy reducida a fallas en comparación con las aéreas, ofreciendo un servicio de alta confiabilidad y un alto grado de continuidad. Se utilizan en zonas urbanas de más de 5 MVA/Km<sup>2</sup>, ya que su costo es elevado. No presentan un obstáculo a las restricciones estéticas al ocupar la vía pública.

En caso de fallas, el tiempo de reposición del servicio es mayor que en el aéreo por estar las instalaciones ocultas. En la Figura 3, se muestra un plano de la ciudad de México, D. F., donde se indican la zona aérea y la subterránea, con densidades de 5 hasta 40 MVA/Km<sup>2</sup>.

Las redes subterráneas se dividen por su operación en: Radiales y Automáticas. En las primeras se pueden dar servicios tanto en A.T. como en B.T. En las segundas solamente se proporcionan servicios en B.T.

En la Figura 4, se muestran las zonas de las diferentes redes subterráneas existentes y por construirse, tanto de operación radial como automática.

### 1.2.1 RED AUTOMATICA

La Red Automática es un sistema con dos estructuras diferentes la red primaria que es de tipo radial simple o en derivación múltiple, constituida con alimentadores primarios imbricados y conectados con el mismo banco de la S.E. de potencia. La red secundaria que es de tipo de operación en paralelo, forman una malla solidamente unida, ver figura 5.

### 1.2.2 RED RADIAL

Se emplean fundamentalmente dos tipos de estructura en la r

primaria: Anillo Abierto (figura 6 y 7) y alimentadores selectivos (figura 8), ambos en seccionamiento. La red secundaria es del tipo de operación radial simple (figura 9) para la estructura de anillo abierto y radial con amarre (figura 10) para alimentadores selectivos.

### 1.5 SISTEMA MIXTO

Este sistema es una mezcla de los dos anteriores, siendo aérea la red de A.T. y la D.T. en Cable Subterráneo (figura 11).

## 2. ACOMETIDAS

Se define como acometida (aérea o subterránea), los conductores que ligan la red de distribución del sistema de suministro, con el punto en que se conecta el servicio a la instalación de un usuario. Se le llama también línea de servicio.

De acuerdo con las disposiciones de la Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento, señalados en el Capítulo II, artículo 110., Párrafo 2o., en ningún caso el suministrador estará obligado a realizar la instalación de equipos limitadores o de medición en distancias superiores a 5 (cinco) metros de la entrada oficial, medidos paralelamente al piso.

### 2.1 ACOMETIDAS EN A. T. (20 KV)

#### 2.1.1 ACOMETIDAS EN A. T. DE 20 KM A 200 KM DE DEMANDA.

Una acometida en A. T. puede derivarse de una línea aérea o de un cable subterráneo. En el primer caso la acometida se hará con cable subterráneo, bajando de una línea aérea hasta la S.E. del usuario, según se muestra en la figura 12 y haciendo la medición en el lado de D.T. de su S.E. El segundo

se proporciona en las zonas de redes radiales, para lo cual el usuario deberá proporcionar un cuarto donde se instalará un gabinete, como se muestra en la figura 13, haciéndose también la medición en el lado de B.T. de su S. E.

### 2.1.2. ACOMETIDA EN A.T. DE LÍNEAS DE 200 KW DE DEMANDA

En este caso, también se puede hacer la acometida desde una línea aérea o de un cable subterráneo, en forma similar a la del inciso anterior, la única diferencia que existe con la anterior, es que la medición se realiza directamente en el lado de A.T., como se observa en las figuras 14 y 15.

### 2.2. ACOMETIDAS EN B. T.

Este tipo de acometida puede ser de línea aérea o de cable subterráneo.

#### 2.2.1. DE LINEA AEREA

A continuación se muestran los tipos de acometida que se tienen dentro de este sistema.

Las acometidas B-1 y CA-1, se proporcionan a Servicios hasta de 4 kw de carga total instalada, ver figuras 16 y 17.

Las acometidas B-2 y CA-2, se proporcionan a Servicios que van de 4.1 a 8 kw de carga instalada, ver figuras 18 y 19. Las acometidas B-3 y CA-3, se proporcionan a Servicios de 8.1 kw de carga instalada y hasta 35 kw de demanda, ver fig. 20 y 21.

Se hace notar que hasta 24 kw de demanda estimada, se utilizan 3 watthorímetros para la medición y de 25 kw en adelante se instala un equipo de medición de baja tensión polifásico (Equi

po III), el cual permite medir en los servicios trifásicos - de baja tensión, el consumo en kWh, KVARR y la demanda máxima en kW.

#### 2.2.2. DE CABLES SUBTERRANEOS

En las figuras 22 y 23 se muestran este tipo de acometidas - también en este caso se hará la medición con 3 wathorímetros hasta 25 kw de demanda y de 25 kw en adelante se utilizará - equipo IOP.

#### 2.3. ACOMETIDAS EN B.T. DE 35 a 95 KW DE DEMANDA PROBABLE.

Este tipo de acometidas puede ser de línea aérea o de cable - subterráneo.

##### 2.3.1. DE LINEA AEREA

En las figuras 24, 25 y 26 se muestran este tipo de acometidas.

##### 2.3.2. DE CABLE SUBTERRANEO

En las figuras 27 y 28 se muestran este tipo de acometidas.

Notas: 1) Si la Red de Distribución esta sobrecargada se le solicitará al interesado local para S.E.

2) Tanto para línea aérea, como de cable subterráneo se instalará en estos casos equipo IOP.

3) Los equipos de medición de energía eléctrica deberán localizarse a no más de 5 m. de la entrada oficial - del edificio; medidos paralelamente al piso.

4) El usuario deberá construir un registro de 60 cm. x 60 cm. de profundidad e instalar 2 ductos de 10.16 -

ca. de diámetro interior entre el registro y la banqueta, - hasta 20 cm. después del paramento, ver figura 29.

### 2.3. ACOMETIDAS EN S.T. DE LAS DE 95 KV DE DEMANDA PROBABLE.

Para este tipo de servicios se solicitará invariablemente - local para S.T., tanto en zona de línea aérea, como en zona de cables subterráneos.

### 3. LOCALS PARA GABINETES 23 KV.

En la zona donde se ubican Redes Subterráneas con Alimentaciones Selectivas, o en Anillo Abierto, se requiere de un Gabinete de Seccionamiento y Protección (como ya se mostró en las Figs. 13 y 15), para proporcionar los servicios en 23 KV. - Por tal motivo, se solicitará al usuario un espacio para la instalación del Gabinete mencionado. En él, se construirá - una trinchera (Fig. 30) de la cual saldrán 8 ductos de asbesto cemento de 7.62 cm. (3") de diámetro interior (que permitirán la entrada y salida de la red de A. T.) y 4 ductos de asbesto cemento de 7.62 Cm. (3") de diámetro interior que se utilizarán en la acometida al servicio propiamente dicho. - En cada caso, se elaborarán especificaciones para las obras civiles a construir.

### 3.1. PARA GABINETES TIPO EXTERIOR

En la Fig. 31 se muestra el área de 4.00 m x 3.00 m que se - requiere para instalar, el Gabinete de Seccionamiento y Protección, requerido para proporcionar el servicio en 23 KV. debe quedar con entrada directa de la calle, para permitir - al personal de los Departamentos de Cables Subterráneos hacer maniobras para operación y mantenimiento, y en un área que no

represente peligro para el equipo o en caso contrario, se deberá proporcionar la protección adecuada por medio de una barda o de una alambrada. El Gabinete es propiedad de Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., y únicamente su personal podrá operarlo.

### 3.2. PARA GABINETES TIPO INTERIOR

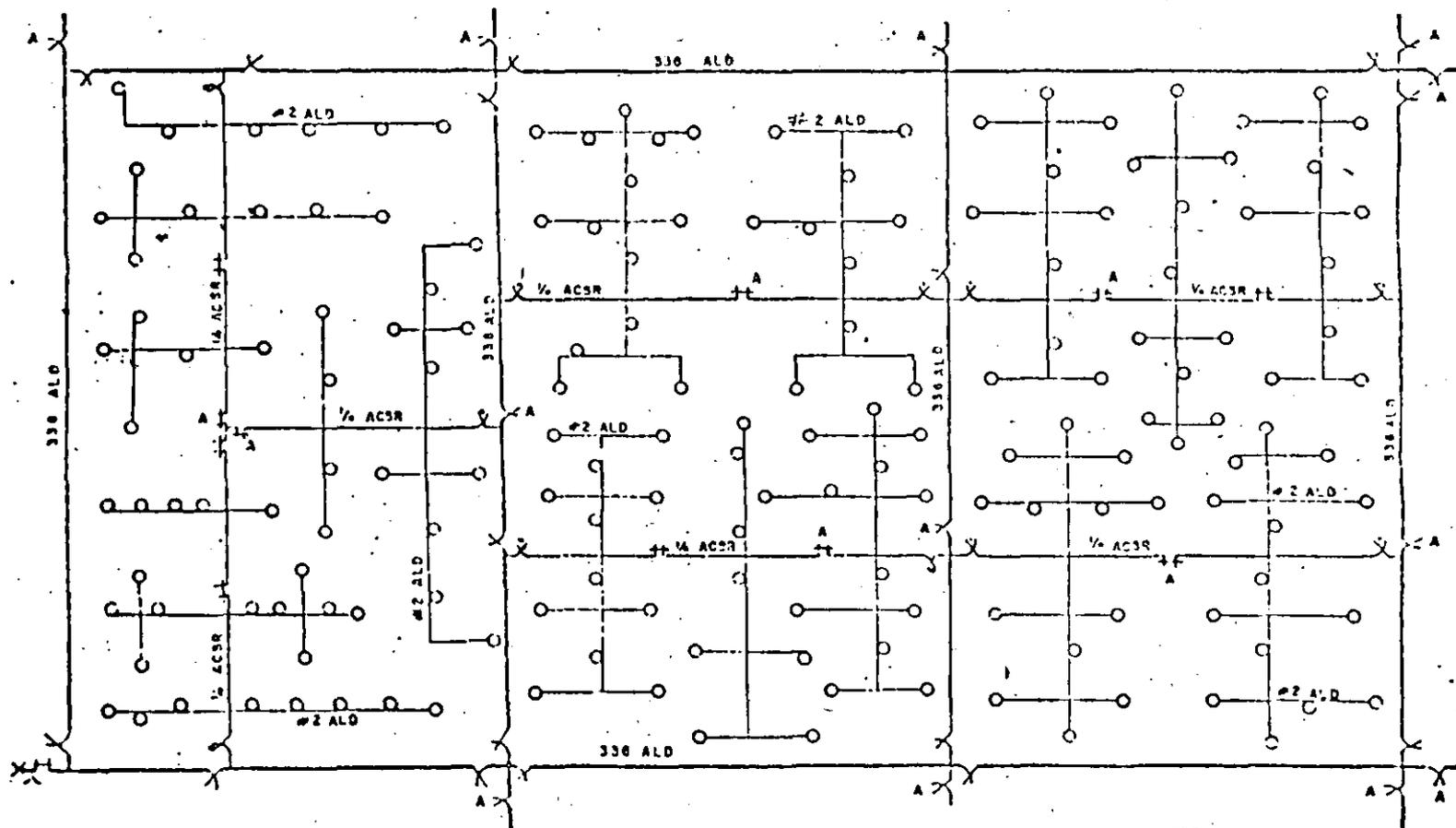
En la Fig. 32 se muestra un local de 4.00 M x 3.00 M x 2.50 M. de altura que se requiere para alojar el Gabinete de Segurización y Protección. Este local tendrá entrada directamente de la calle y las únicas comunicaciones con el resto del edificio, serán la instalación eléctrica para S. T. y la acometida en 23 KV.

## 4. LOCALES PARA S. E. EN INTERIOR DE EDIFICIOS.

En servicios que requieren local para S. E. en interior de edificios, deberán llenarse ciertos requisitos que la Compañía de Luz proporcionará a cada usuario. Es conveniente que el usuario solicite asesoría con tiempo a CLFC.

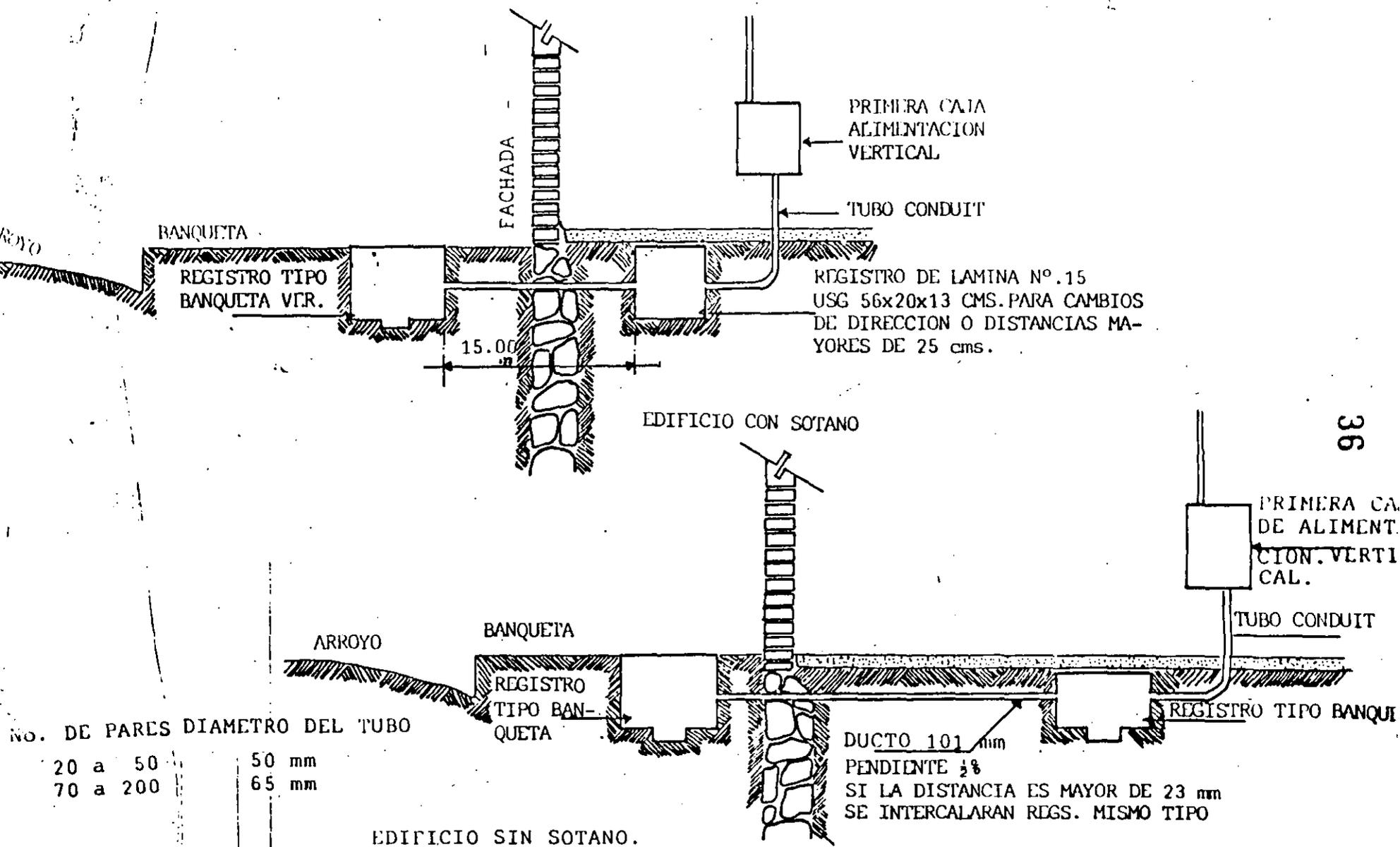
### 4.1. REQUISITOS QUE DEBERA PRESENTAR EL SOLICITANTE DEL SERVICIO.

El solicitante deberá entregar a la CLFC un juego de copias de planos en planta y elevación escala 1:200 y un detalle en escala 1:50, indicando las vías de acceso, que deberán ser libres desde el exterior hasta la puerta de la S.E., con objeto de que CLFC pueda hacer maniobras con su equipo a instalar.



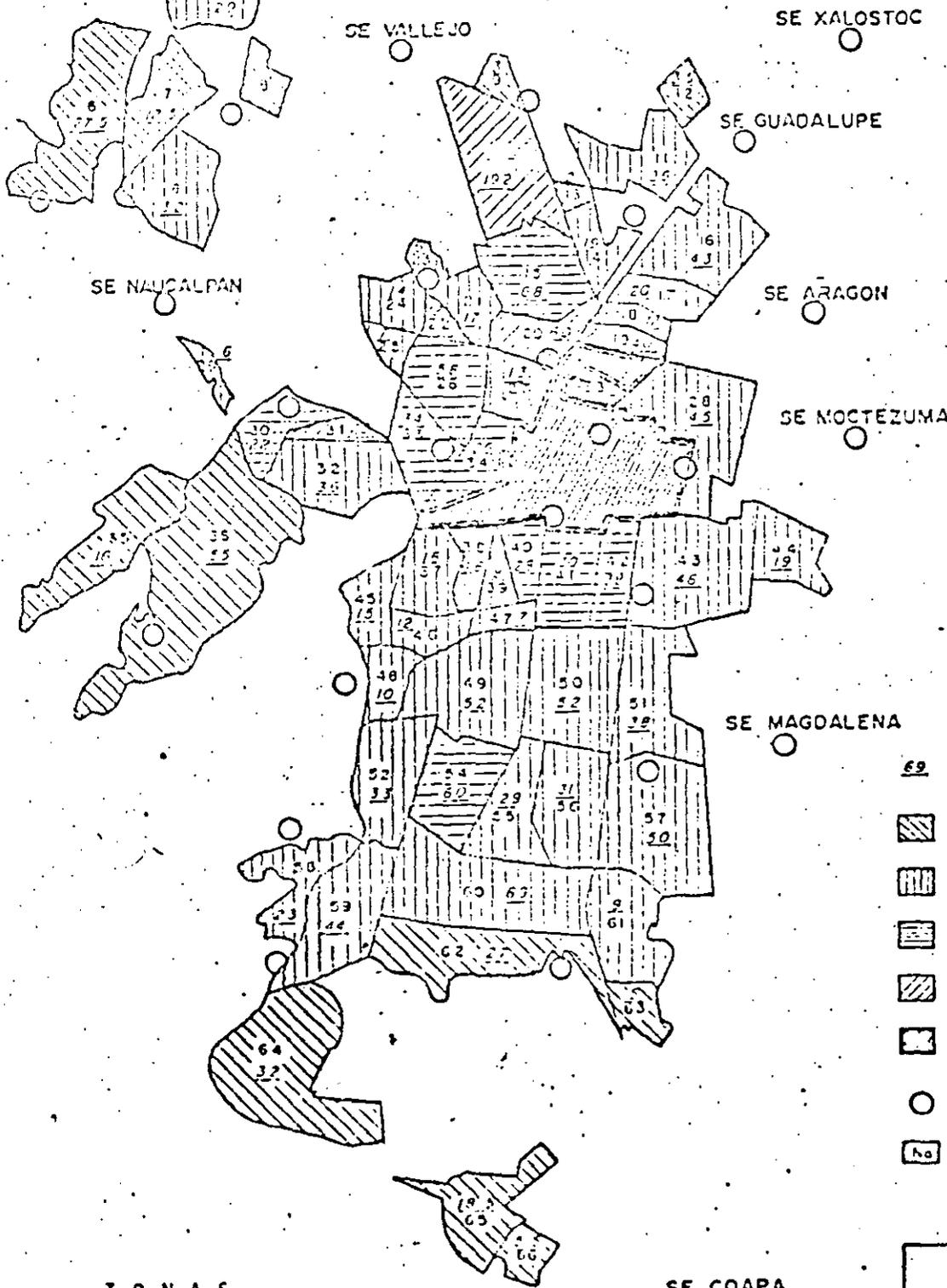
ESTRUCTURA DE LA RED AEREA DE 23 KV

- X INTERRUPTOR EN AIRE, CAPACIDAD NOMINAL 600 AMPERES,  
1 CAMARA DE EXTINCION (OPERACION MANUAL)
- X INTERRUPTOR EN AIRE, CAPACIDAD NOMINAL 400 AMPERES,  
1 CAMARA DE EXTINCION (OPERACION MANUAL)
- ⊕ CUCHILLAS DE NAVAJA PARA ABRIR SIN CARGA (OPERACION MANUAL)
- X JUEGO DE TERMINALES MONOFASICAS DE 23 KV
- ^ JUEGO DE PARARRAYOS DE 23 KV
- O TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- A INTERRUPTORES Y CUCHILLAS NORMALMENTE ADERTAS



36

DETALLE DE ACOMETIDA TELEFONICA



- 69 CAPACIDAD INSTALADA (MVA)
- 5 MVA / KM<sup>2</sup>
- 10 MVA / KM<sup>2</sup>
- 20 MVA / KM<sup>2</sup>
- 40 MVA / KM<sup>2</sup>
- ZONA DE CABLES
- SÍMBOLOS
- SE'S DE POTENCIA
- IDENTIFICACION DE AREA

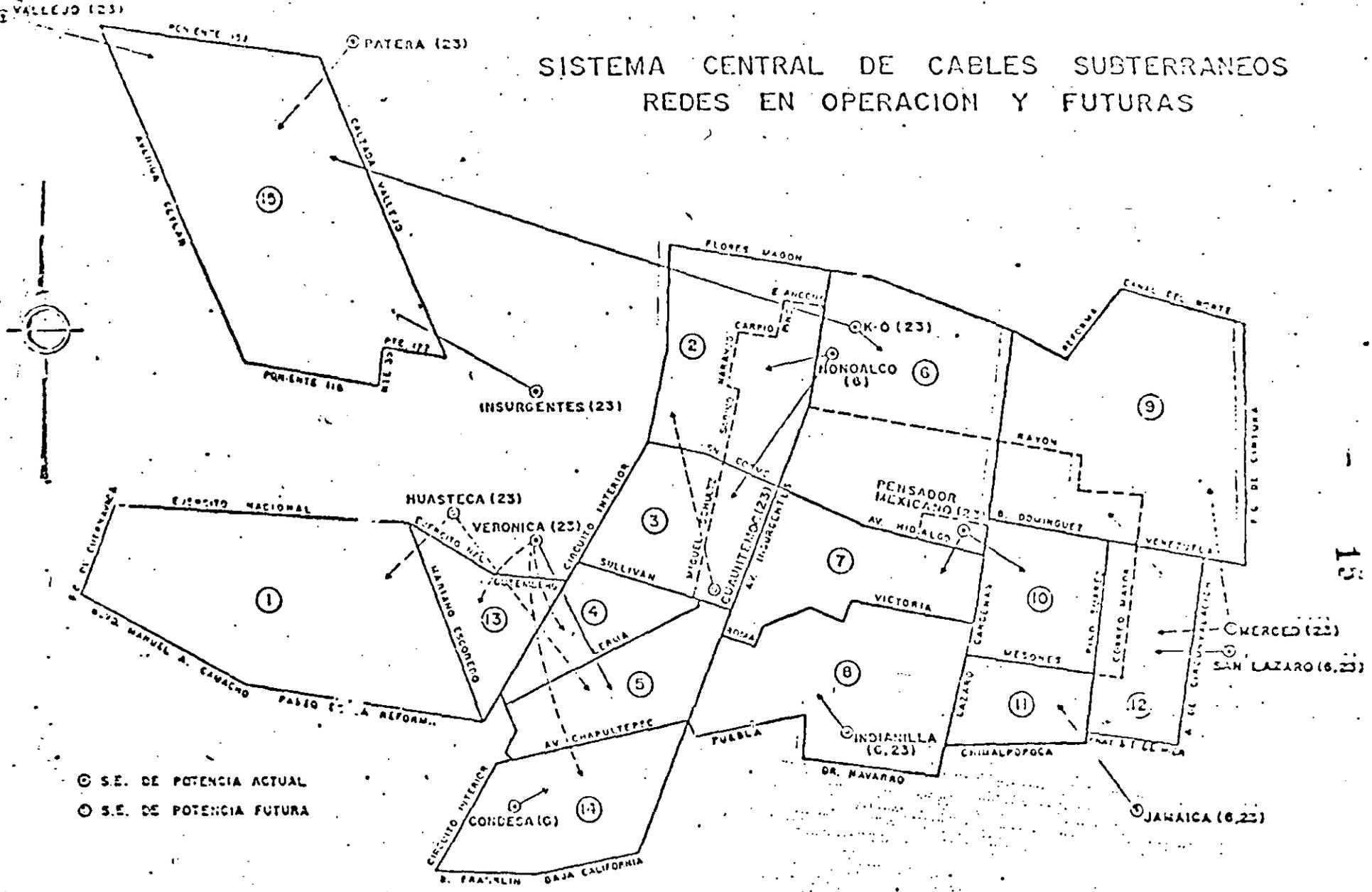
Z O N A S

RESIDENCIAL	5 • 10 MVA / KM <sup>2</sup>
RESIDENCIAL - COMERCIAL	10 • 20 MVA / KM <sup>2</sup>
RESIDENCIAL - INDUSTRIAL	20 • 40 MVA / KM <sup>2</sup>
INDUSTRIAL	40 MVA / KM <sup>2</sup> O MAS

FIGURA N° 3

REGIONALIZACION DE ...	
POR DENSIDAD DE CABLES	
A DIC - 1983	
ESTUDIO DE ...	
ESC. 1:50000	ABRIL 1983

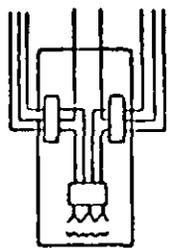
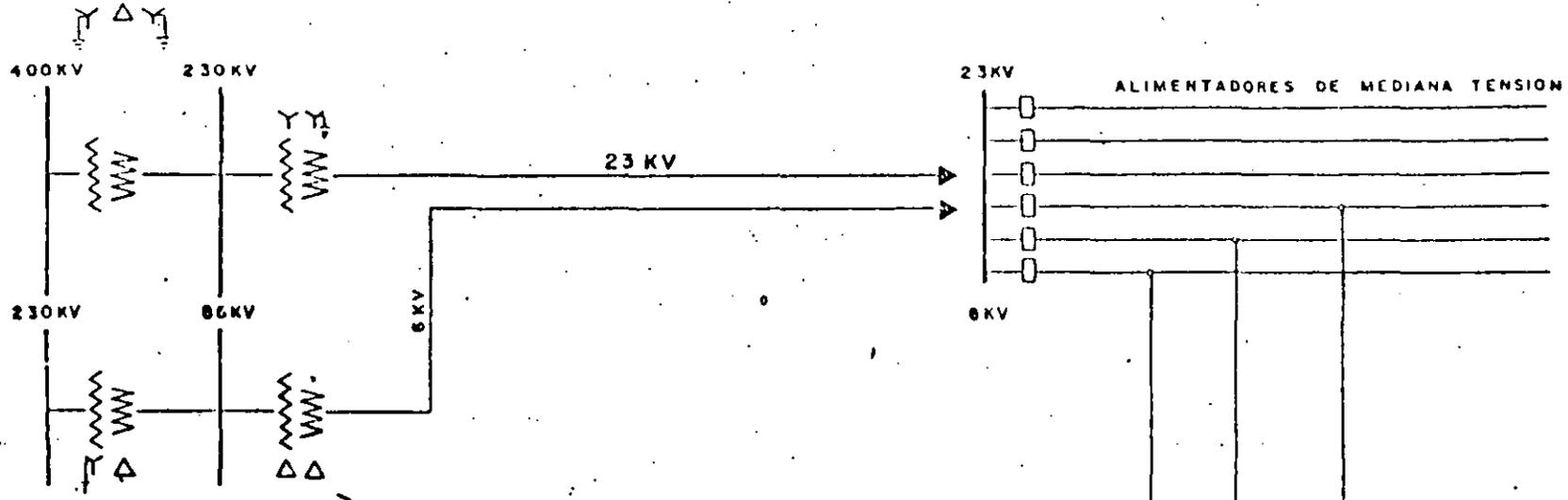
# SISTEMA CENTRAL DE CABLES SUBTERRANEOS REDES EN OPERACION Y FUTURAS



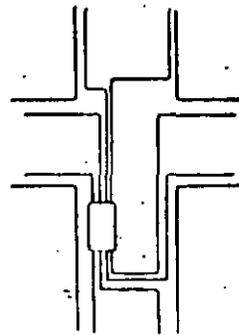
⊙ S.E. DE POTENCIA ACTUAL  
 ⊕ S.E. DE POTENCIA FUTURA

## REDES

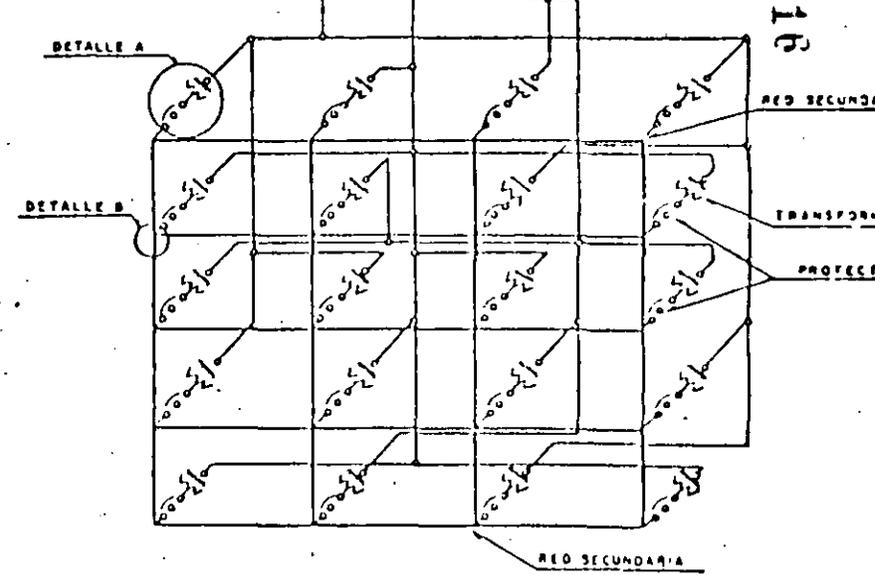
- |                                 |                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1 FUTURA RED POLANCO 23 KV      | 8 RED INDIANILLA 23 KV                |
| 2 FUTURA RED SANTA MARIA 23 KV  | 9 FUTURA RED MORELOS 23 KV            |
| 3 FUTURA RED SAN RAFAEL 23 KV   | 10 RED AUTOMATICA CENTRAL 23 KV       |
| 4 FUTURA RED CHAUNTEPEC 23 KV   | 11 RED AUTOMATICA JAMAICA 0 KV        |
| 5 RED AUTOMATICA VERONICA 23 KV | 12 FUTURA RED AUTOMATICA MERCED 23 KV |



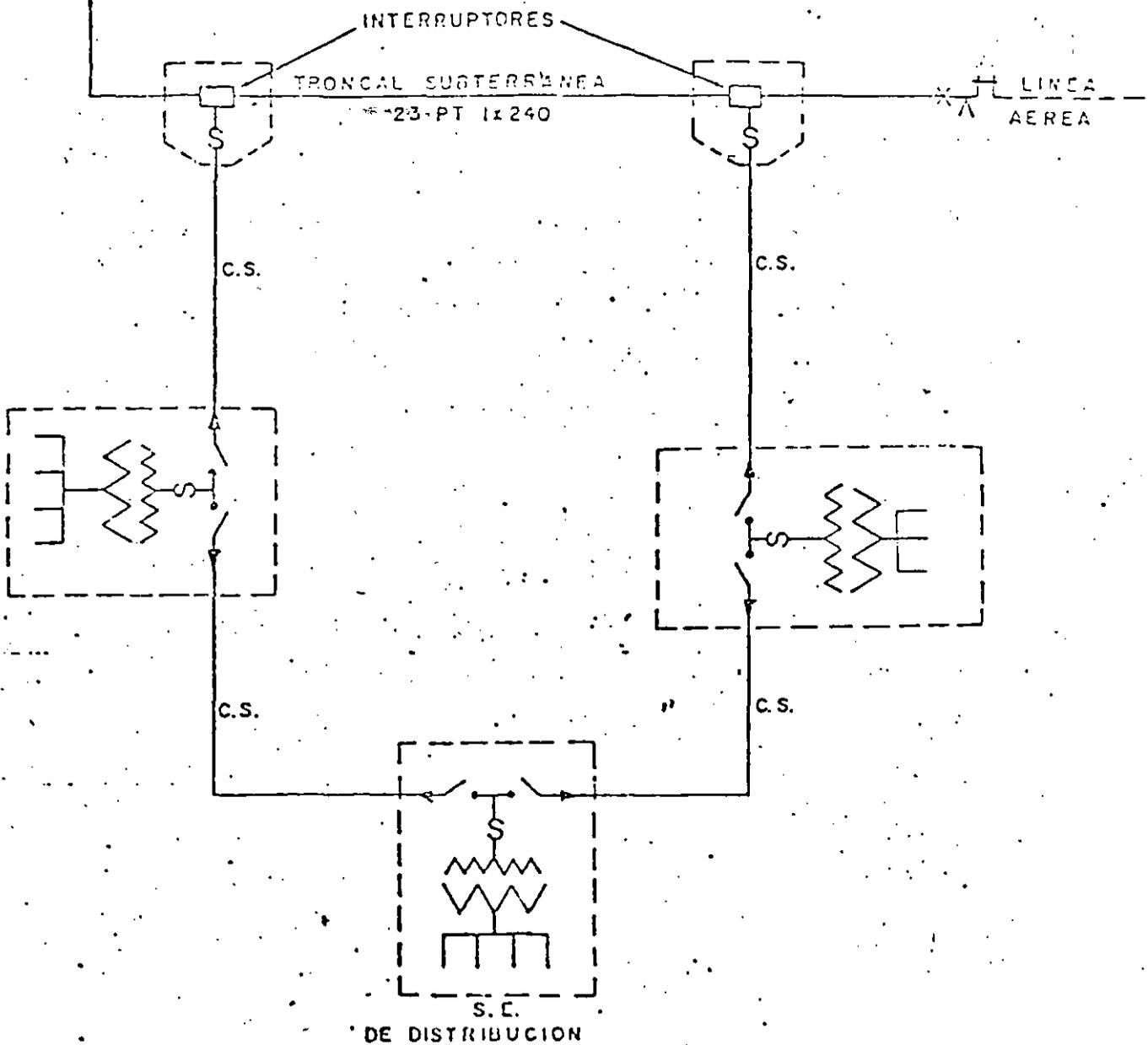
DETALLE A



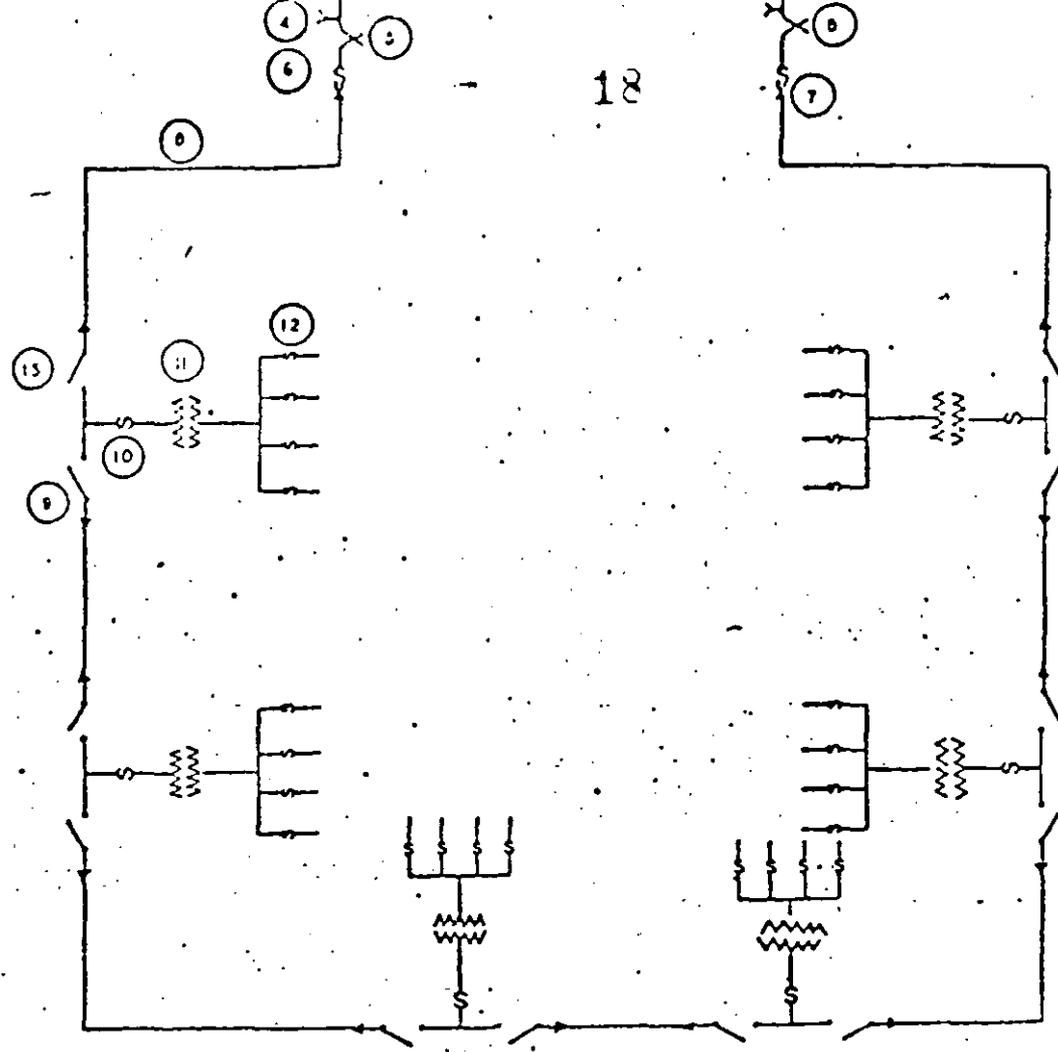
DETALLE B



COMPANIA DE LUZ Y FZA DEL CENTRO SA  
 EN LIQUIDACION  
 SISTEMA DE DISTRIBUCION EN  
 RED AUTO ICA



COMPANIA DE LUZ Y FZA DEL CENTRO S.A.  
EN LIQUIDACION  
DERIVACION DE UNA TRONCAL SUBTERRANEA  
PARA UNA ESTRUCTURA EN ANILLO ABIERTO  
FIGURA No. 6

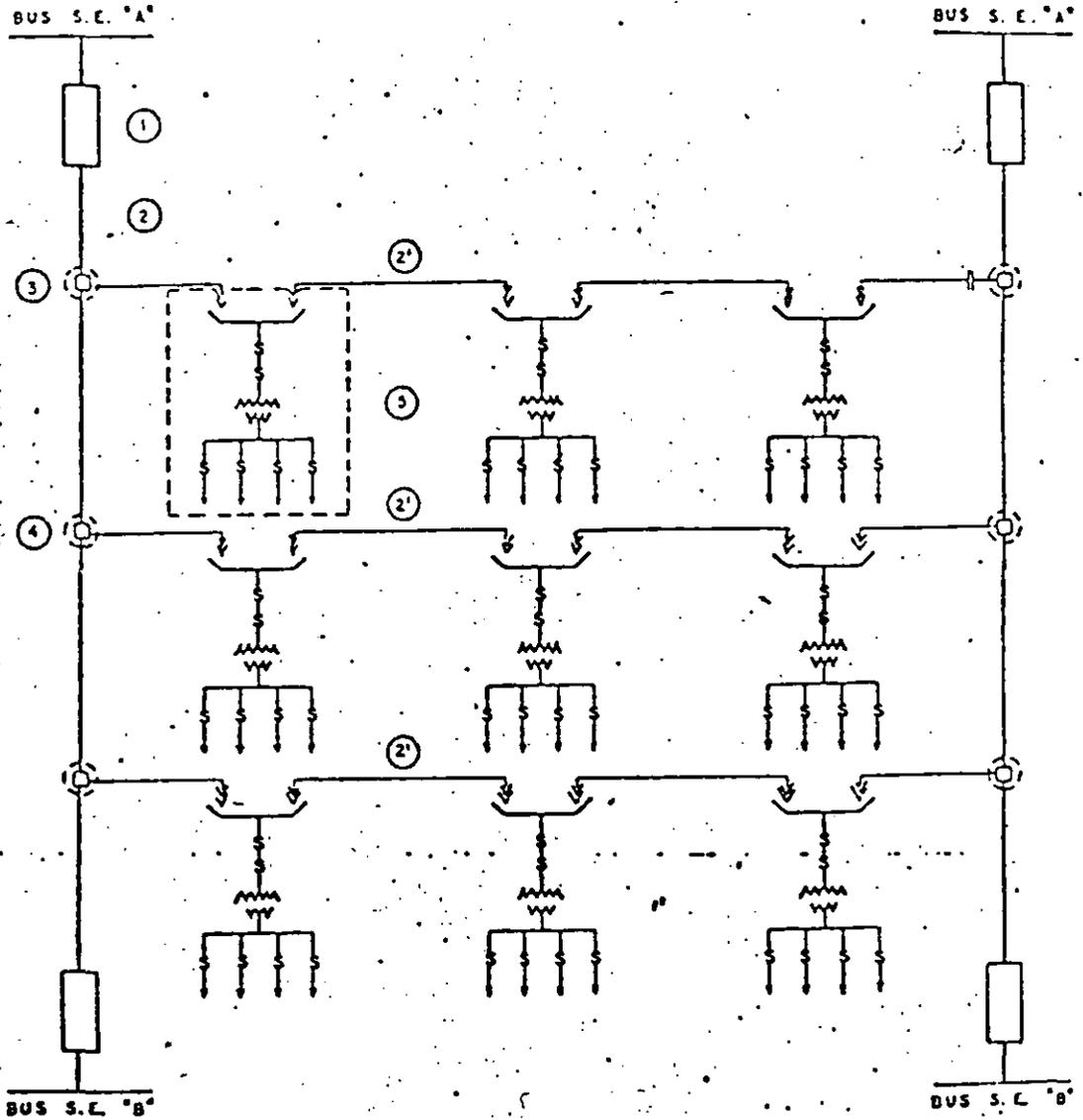
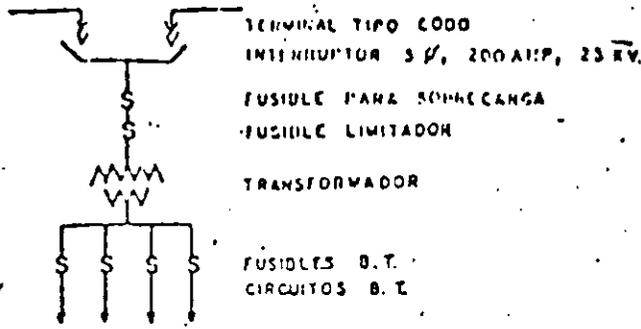


- ① LINEA AEREA
- ② INTERRUPTOR EN AIRE PARA ABRIR CON CARGA
- ③ CUCHILLAS DE NAVAJA
- ④ PARARRAYOS
- ⑤ INTERRUPTOR EN AIRE PARA ABRIR CON CARGA
- ⑥ CORTACIRCUITOS FUSIBLE
- ⑦ TERMINAL
- ⑧ CABLE UNIPOLAR DE AISLAMIENTO SECO
- ⑨ TERMINAL
- ⑩ CORTACIRCUITOS FUSIBLE
- ⑪ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- ⑫ BUS Y CIRCUITOS B.T.
- ⑬ CUCHILLAS DE NAVAJA

COMPANIA DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO S.

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA  
EN ANILLO ABIERTO

FIGURA No. 7

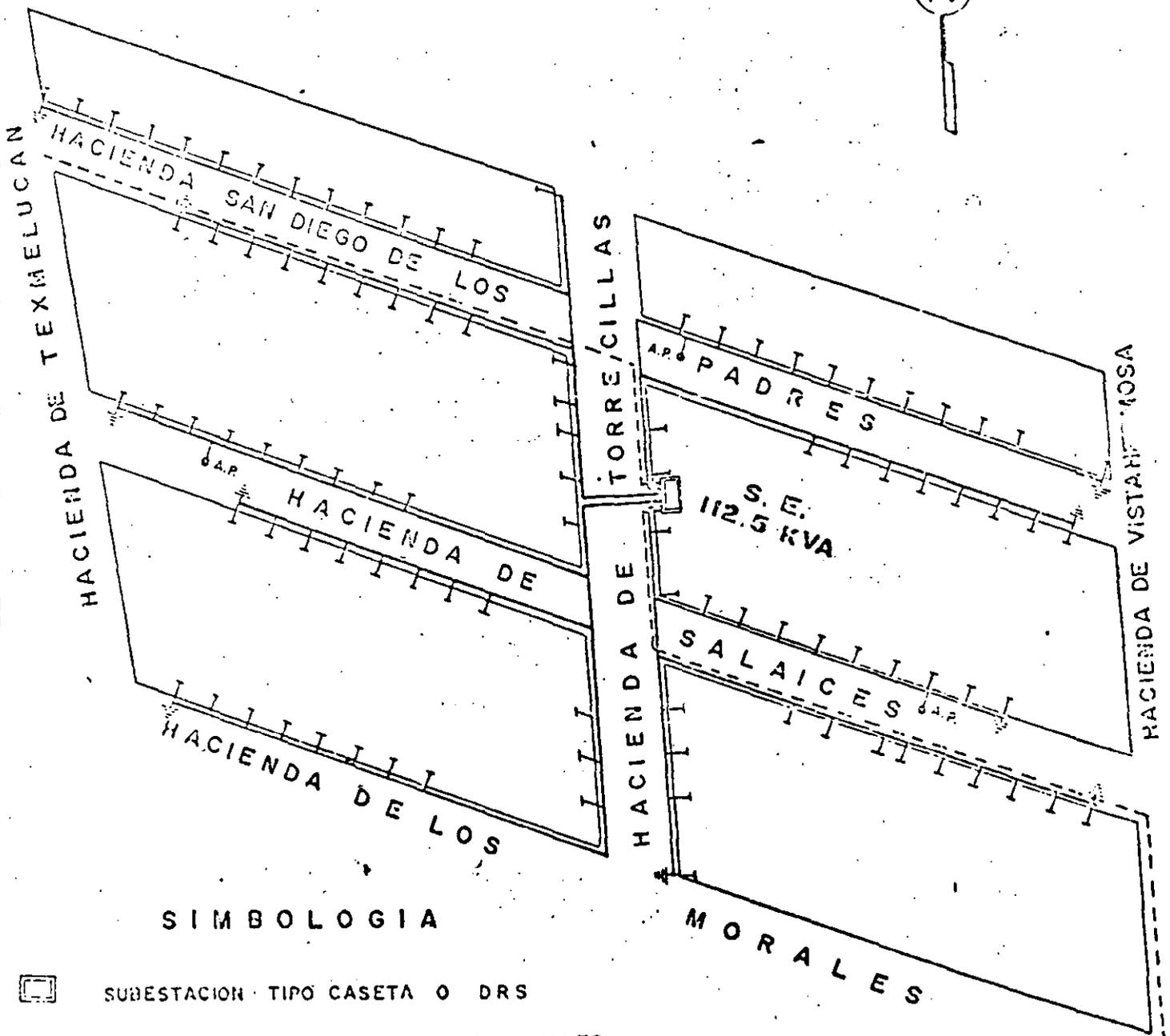


- ① INTERRUPTOR EN LA S.E. DE POTENCIA
- ② CABLE 25P3    ②' CABLE 25TC
- ③ INTERRUPTOR TRIPOLAR PARA OPERACIÓN CON CARGA
- ④ DERIVACION DE TRES VIAS DE TIPO MODULAR

COMPANÍA DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO S.A.  
EN LIQUIDACION  
ESQUEMA DE UNA RED DE ALIMENTADORES SELECTIVOS

FIGURA No. 8

# RED DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA SECUNDARIA RADIAL SIMPLE



### SIMBOLOGIA

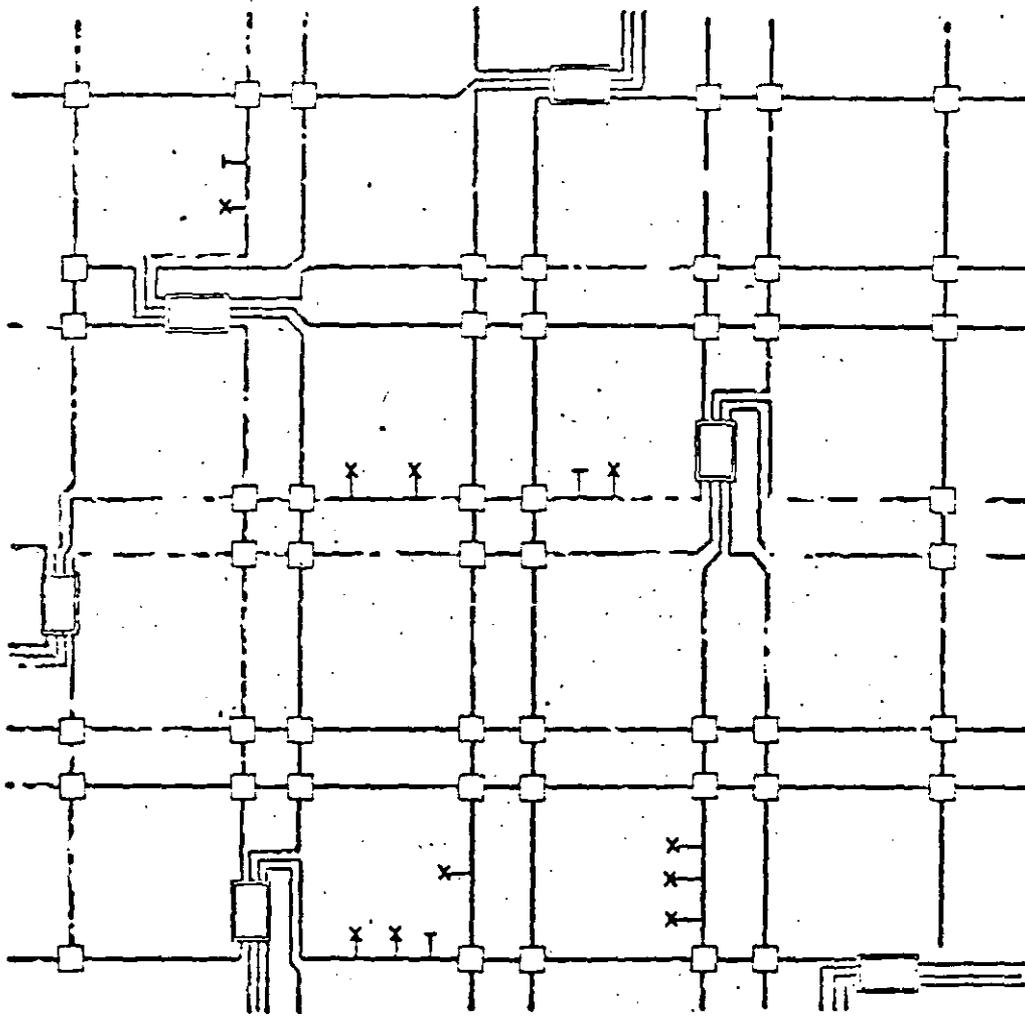
-  SUBESTACION TIPO CASETA O DRS
-  CABLE SUBTERRANEO PARA 23,000 VOLTS
-  CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSION Y ACOMETIDAS
-  TIERRA: VARILLA COPPERWELD 15.9 mm Ø Y. 3048 mm LONG.

Fig. 9

# RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

## RADIAL CON AMARRES

21



### SIMBOLOGIA



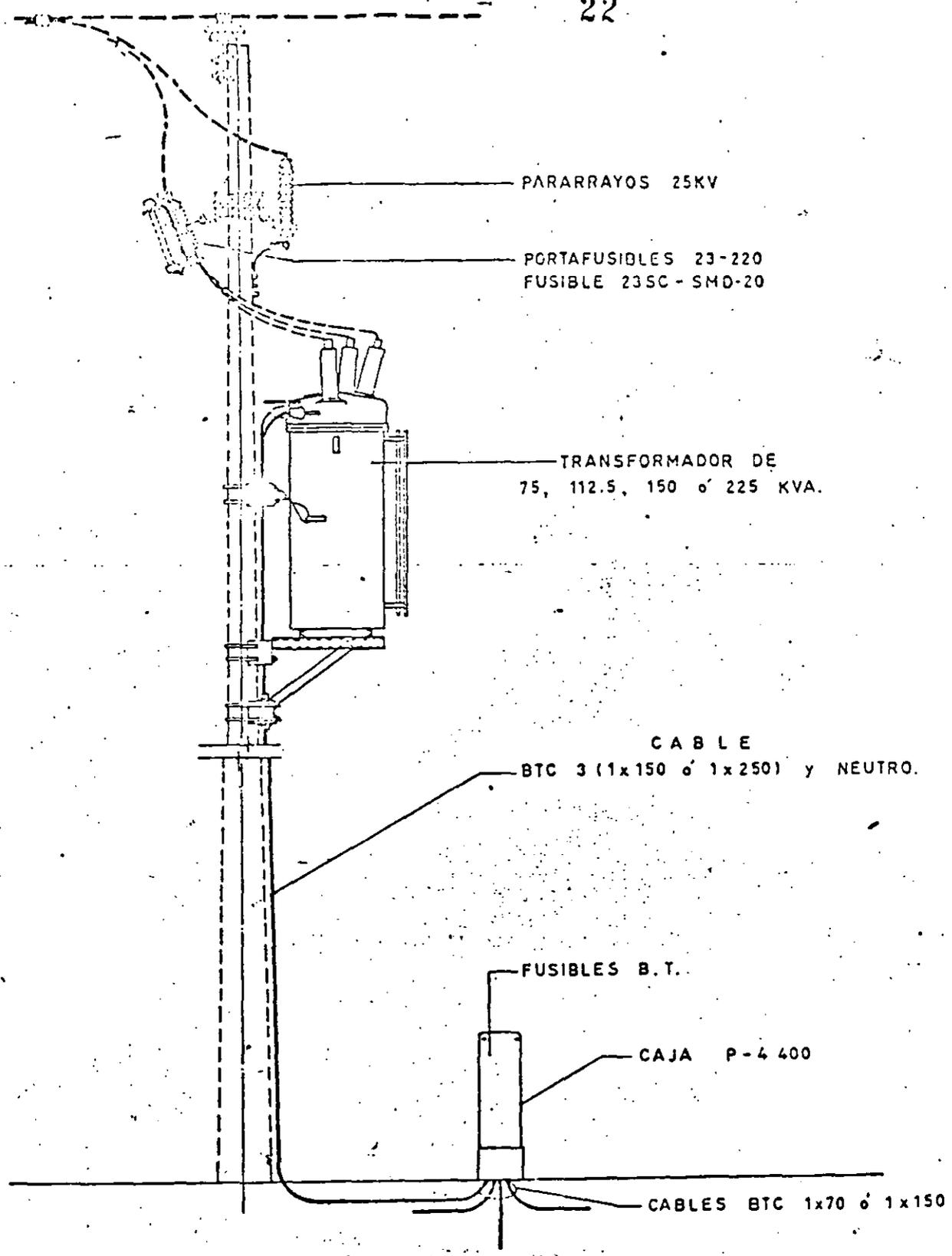
BOVEDA O SUBESTACION PARA TRANSFORMADORES.



CAJA TIPO ESQUINA (ELEMENTO DE SECCIONAMIENTO).



CABLE DE BAJA TENSION Y ACOMETIDAS.



PARARRAYOS 25KV

PORTAFUSIBLES 23-220  
FUSIBLE 23SC-SMD-20

TRANSFORMADOR DE  
75, 112.5, 150 ó 225 KVA.

CABLE  
BTC 3 (1x150 ó 1x250) y NEUTRO.

FUSIBLES B.T.

CAJA P-4 400

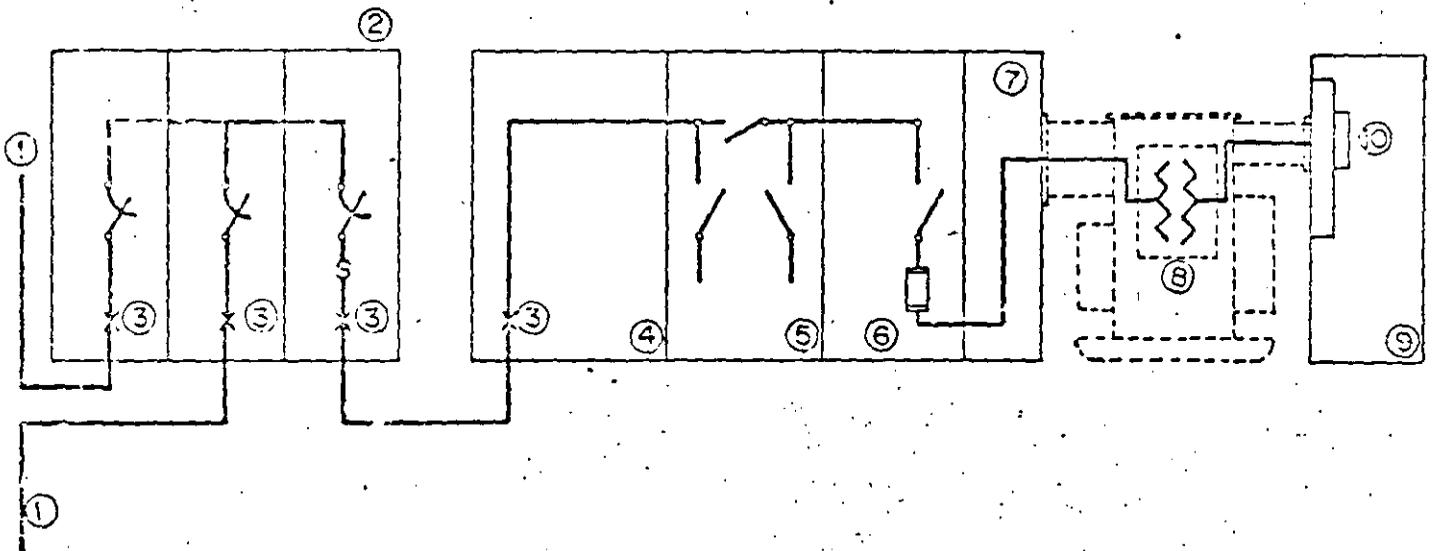
CABLES BTC 1x70 ó 1x150

MONTAJE DE SUBESTACION  
PARA RED MIXTA

FIG. II

SERVICIO EN ALT CON MEDICION EN  
EL LADO DE BAJA TENSION DEL  
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE  
CON DERIVACION DE RED  
SUSTERRANEA RADIAL

23

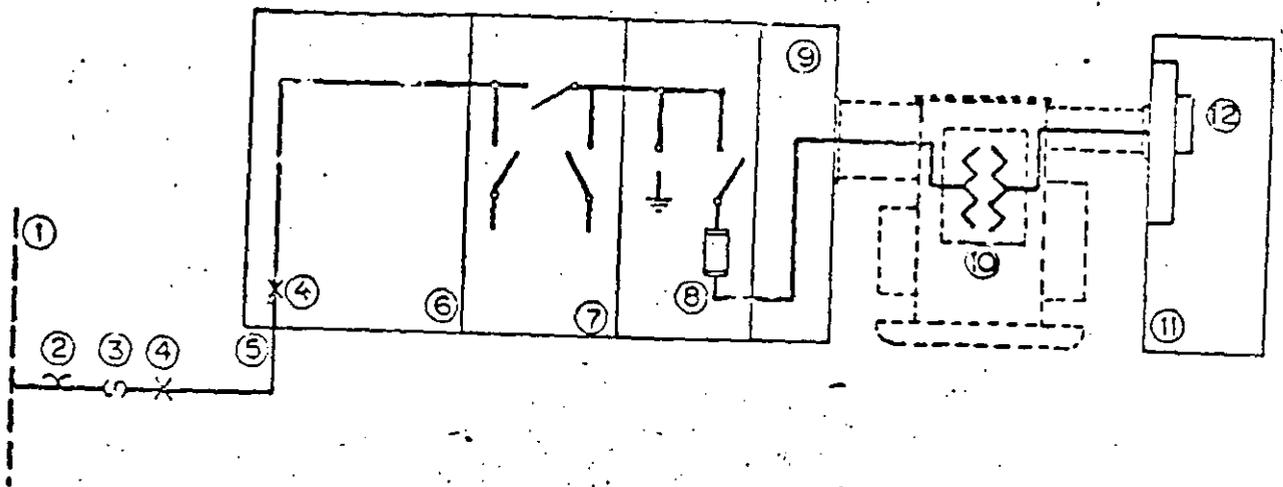


- ① - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ② - Gabinete 23 KV, servicio interior con 2 juegos de interruptores en aire de 400 Amp. y un juego de Rupto fusibles, con fusibles limitadores de corriente, instalado dentro de un local independiente de la subestación del cliente.
- ③ - Terminal 23 KV, tipo interior.
- ④ - Sección para acometida de la Cía. suministradora.
- ⑤ - Sección de cuchillas de prueba.
- ⑥ - Sección para Interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑦ - Sección de acoplamiento.
- ⑧ - Transformador trifasico del cliente.
- ⑨ - Sección de baja tensión.
- ⑩ - Equipo de medición de baja tensión de la Cía. suministradora.

Fig. 13

SERVICIO EN A.T. CON MEDICION EN  
EL LADO DE BAJA TENSION DEL  
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE  
CON DERIVACION DE RED AEREA

24

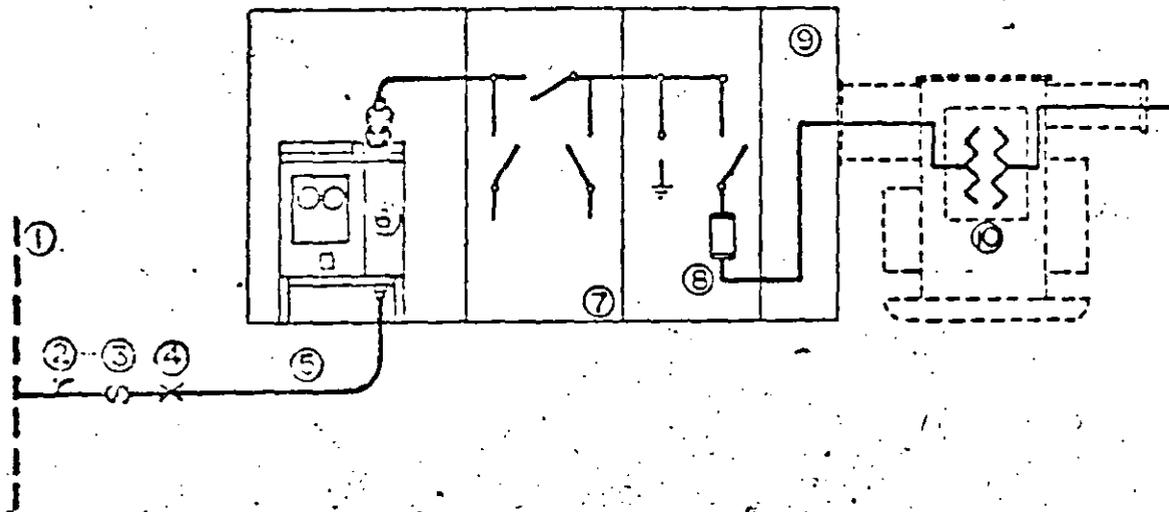


- ① - Línea aérea 23,000 Volts.
- ② - Pararrayos 23 KV, tipo distribución.
- ③ - Portafusibles 23 KV 200 Amp.
- ④ Terminal 23 KV.
- ⑤ - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ⑥ - Sección para acometida de la Cía. suministradora.
- ⑦ - Sección de cuchillas de prueba.
- ⑧ - Sección para Interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑨ - Sección de acoplamiento.
- ⑩ - Transformador trifásico del cliente.
- ⑪ - Sección de baja tensión.
- ⑫ - Equipo de medición de baja tensión de la Cía. suministradora.

Fig. 12

SERVICIO (23 KV) CON MEDICION EN  
 EL LADO DE ALTA TENSION DEL  
 TRANSFORMADOR DEL CLIENTE  
 CON DERIVACION DE RED AEREA

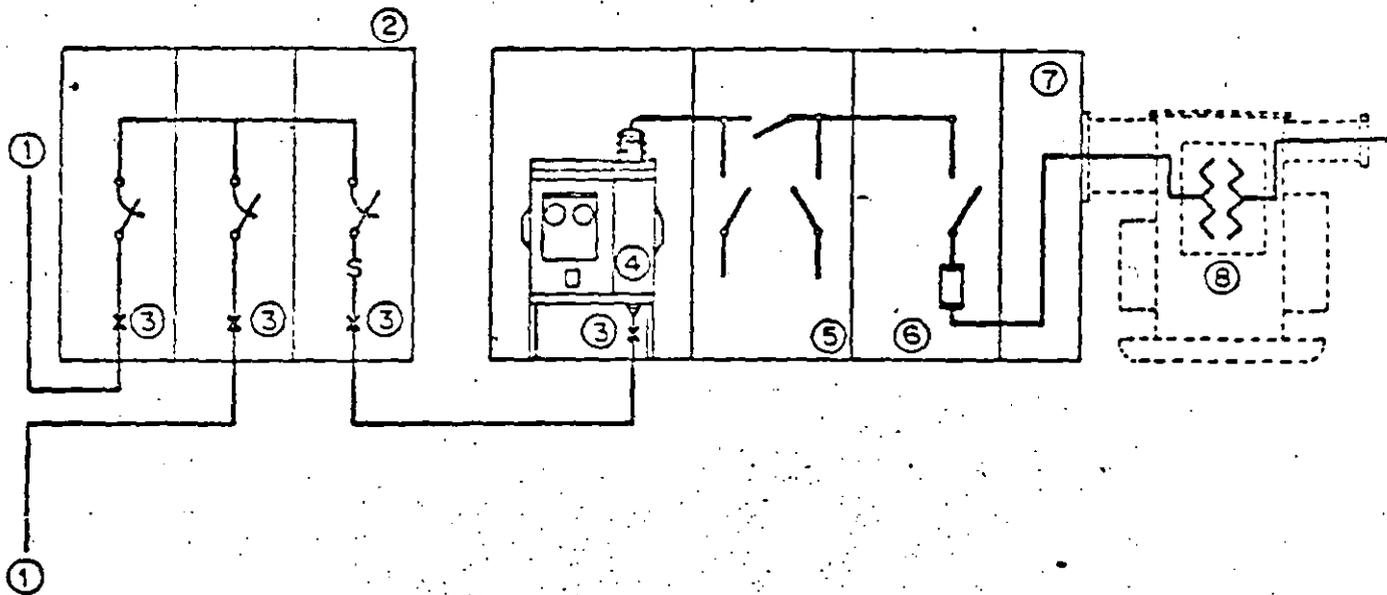
25



- ① Línea aérea 23,000 Volts.
- ② Pararrayos 23 KV, tipo distribución
- ③ Portafusibles 23 KV 200 Amp.
- ④ Terminal 23 KV, tipo Exterior
- ⑤ Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ⑥ Equipo de medición en 23,000 Volts (MTS 23)
- ⑦ Sección de cuchillas de prueba.
- ⑧ Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑨ Sección de acoplamiento.
- ⑩ Transformador trifásico del cliente.

Fig. 14

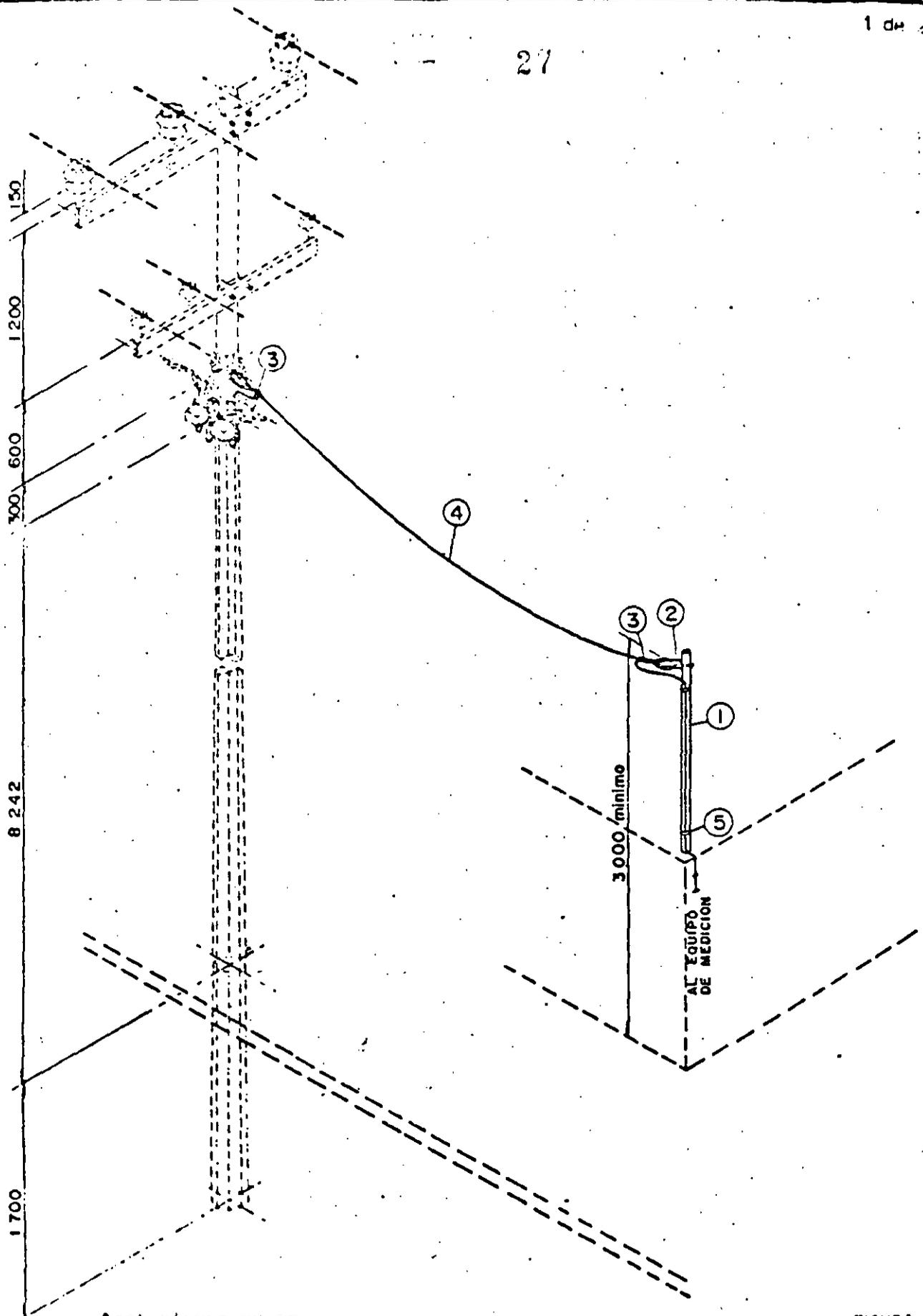
SERVICIO EN A.T.(23KV) CON MEDICION EN  
EL LADO DE ALTA TENSION DEL  
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE  
CON DERIVACION DE RED  
SUBTERRANEA RADIAL



- ① Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ② Gabinete 23 KV, servicio interior con 2 juegos de interruptores en aire de 400 Amp. y un juego de Rupto fusibles, con fusibles limitadores de corriente, instalado dentro de un local independiente de la subestación del cliente.
- ③ Terminal 23 KV, tipo interior.
- ④ Equipo de medición en 23,000 Volts. (MTS 23)
- ⑤ Sección de cuchillas de prueba.
- ⑥ Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑦ Sección de acoplamiento.
- ⑧ Transformador trifásico del cliente.

FIG. 15

27



Appt. en mm.

FIGURA N° 16

**MATERIAL.** (En orden aproximado de colocación)

Ref.	MATERIAL	Norma LyF	Unidad	Canti.
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM 1	2.0418	Pza	1
3	Remate CCE 12 ó 10	2.0415	Pza	2
4	Cable CCE 12 ó 10	2.0215	m	
5	Grapas CM 5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

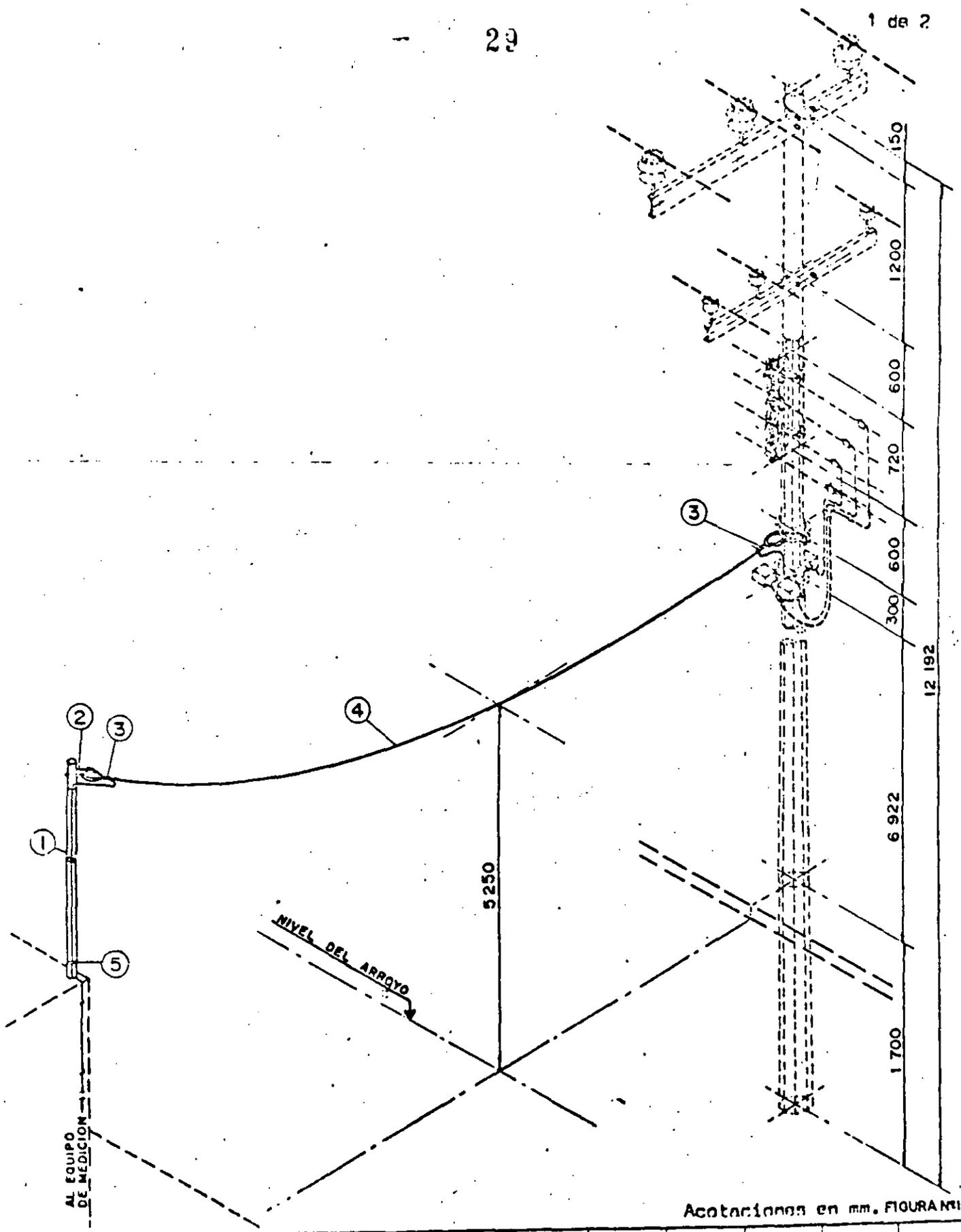
\* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM 1 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

**APLICACION:**

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 4 KW.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.  
1 = Servicio a 1 fase.



Anotaciones en mm. FIGURAS 17

# ACOMETIDA CA I

NORMAS CFE  
MONTAJE  
4.0224

30

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro	- - - -	m	
2	Soporte CM1	2.0418	Pza	1
3	Remate COE	2.0416	Pza	2
4	Cable COE	2.0215	m	-
5	Grapas CMS	2.0407	Pza	8

\* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del COE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

**APLICACION:**

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM1 y remate COE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM1 y remate COE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 4 KW.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.  
1 = Servicio a una fase.

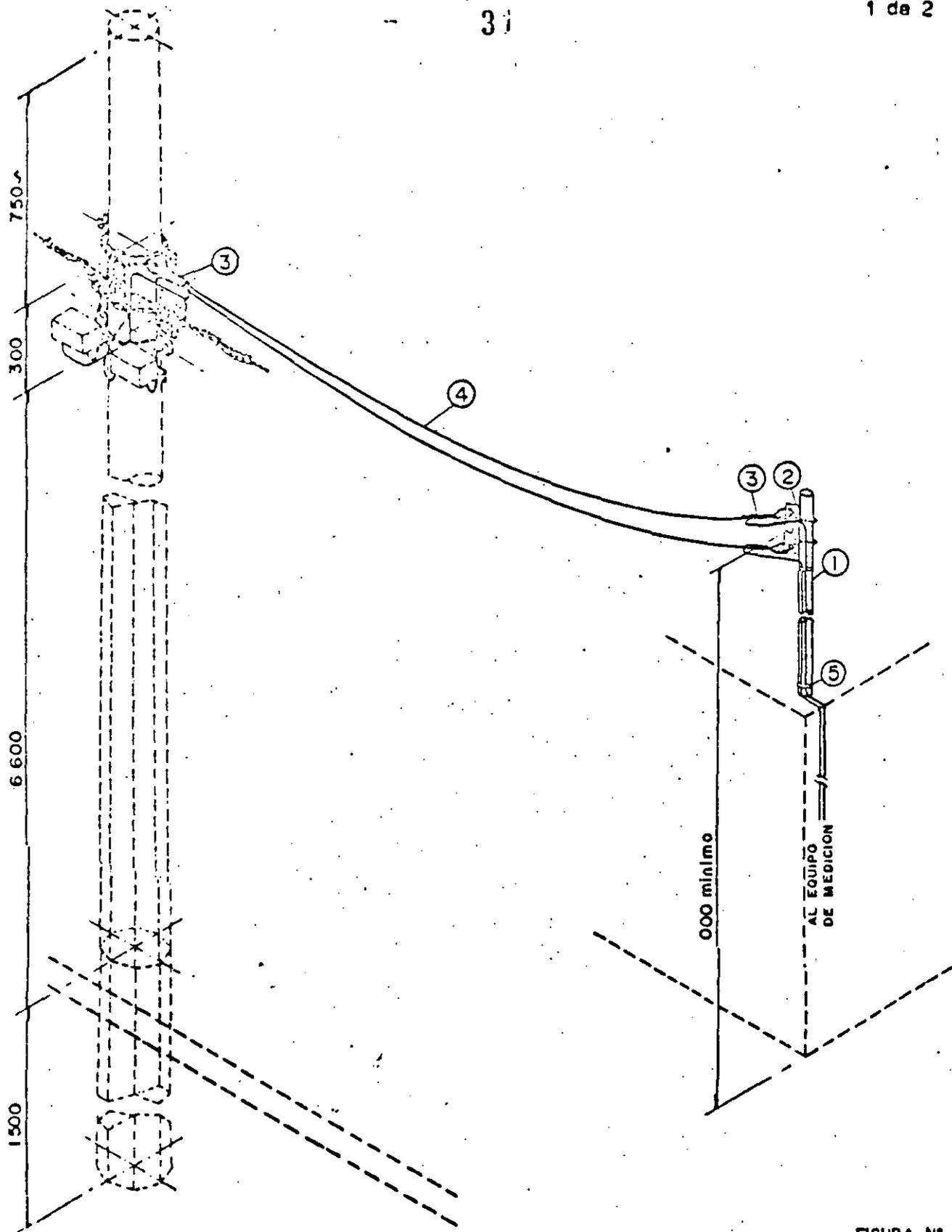


FIGURA Nº 18

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate COE 12 ó 10	2.0416	Pza	4
4	Cable COE 12 ó 4	2.0216	m	
5	Grapas CM5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

\* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM1 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

**APLICACION:**

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate COE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm con soporte CM1 y remate COE. Alimenta servicios domésticos y - - comerciales con carga total instalada hasta de 8 KW.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

- 8 = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
- 2 = Servicio a 2 fases.

# ACOMETIDA CA 2

INDICIAS L y R
MONTAJE
4.0235

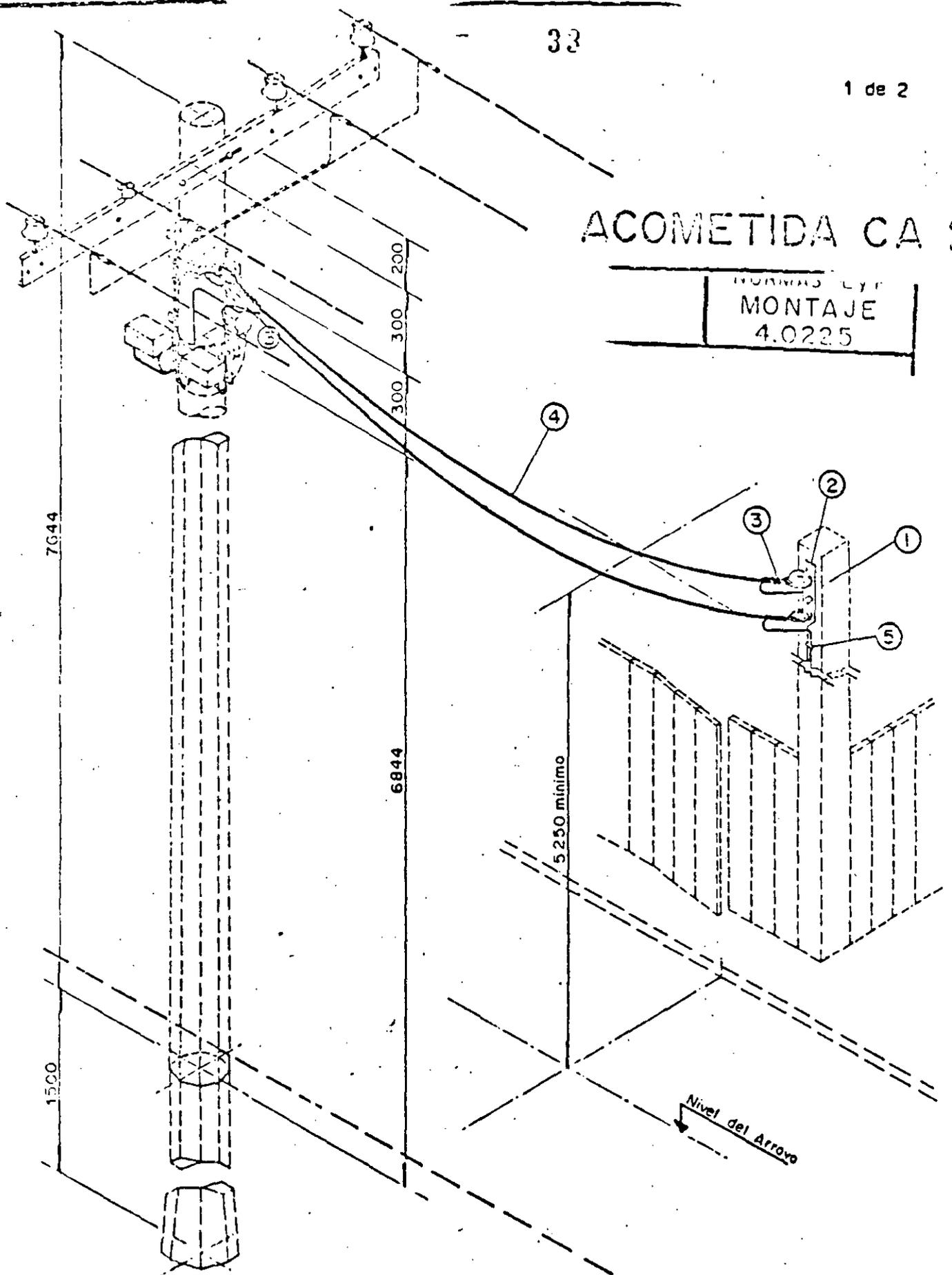


FIGURA N° 19

Acotaciones en mm.

# ACOMETIDA CA 2

NORMAS LY  
MONTAJE  
4.0225

34

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma Lyf	Unidad	Cantidad
* 1	Polín de 100 x 100 mm	- - - -	m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE	2.0416	Pza	4
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grapas CM3	2.0407	Pza	3

\* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del cable CCE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

**APLICACION:**

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un polín de 100 x 100 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 8 KW.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.  
2 = Servicio a dos fases.

# ACOMETIDA B 3

NORMAS LyF  
MONTAJE  
4.0223

35

1 de 2

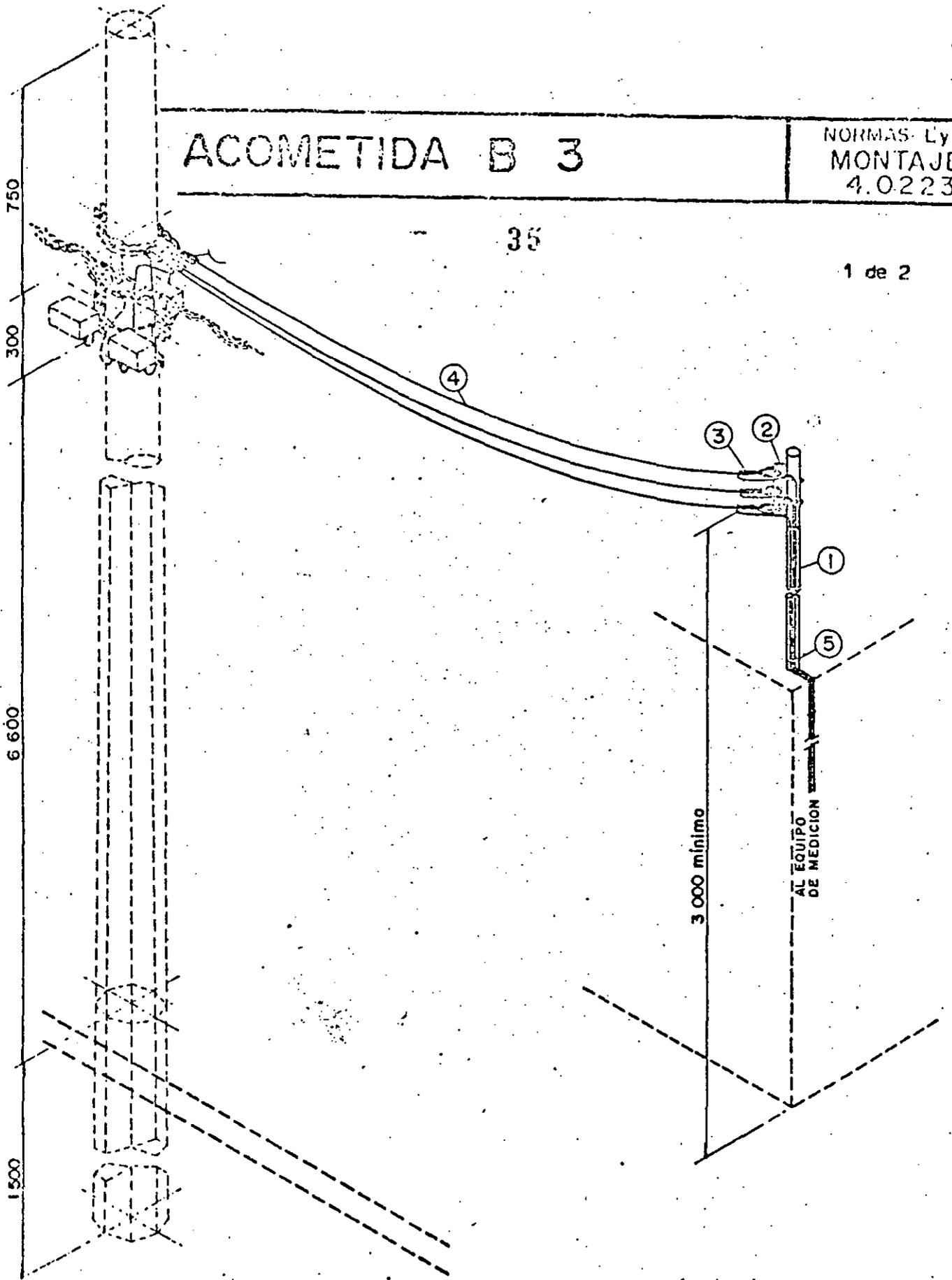


FIGURA Nº 20

Anotaciones en mm.

# ACOMETIDA B 3

NORMAS LyF  
MONTAJE  
4.0223

36

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CMS	2.0419	Pza	1
3	Remate COE 4, 5, 10 ó 12	2.0416	Pza	6
4	Cable COE 4, 5, 10 ó 12	2.0216	m	-
5	Grapas CMS (encadenadas)	2.0407	Pza	8

\* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CMS sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

### APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate COE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CMS y remates COE. Alimenta uno o varios servicios domésticos, comerciales e industrias pequeñas con carga total instalada hasta de 35 KW.

### CLAVE DEL NOMBRE:

B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.  
3 = Servicio a 3 fases.

# ACOMETIDA CA 3

- 37

NORMAS LYF  
MONTAJE  
4.0226

1 de 2

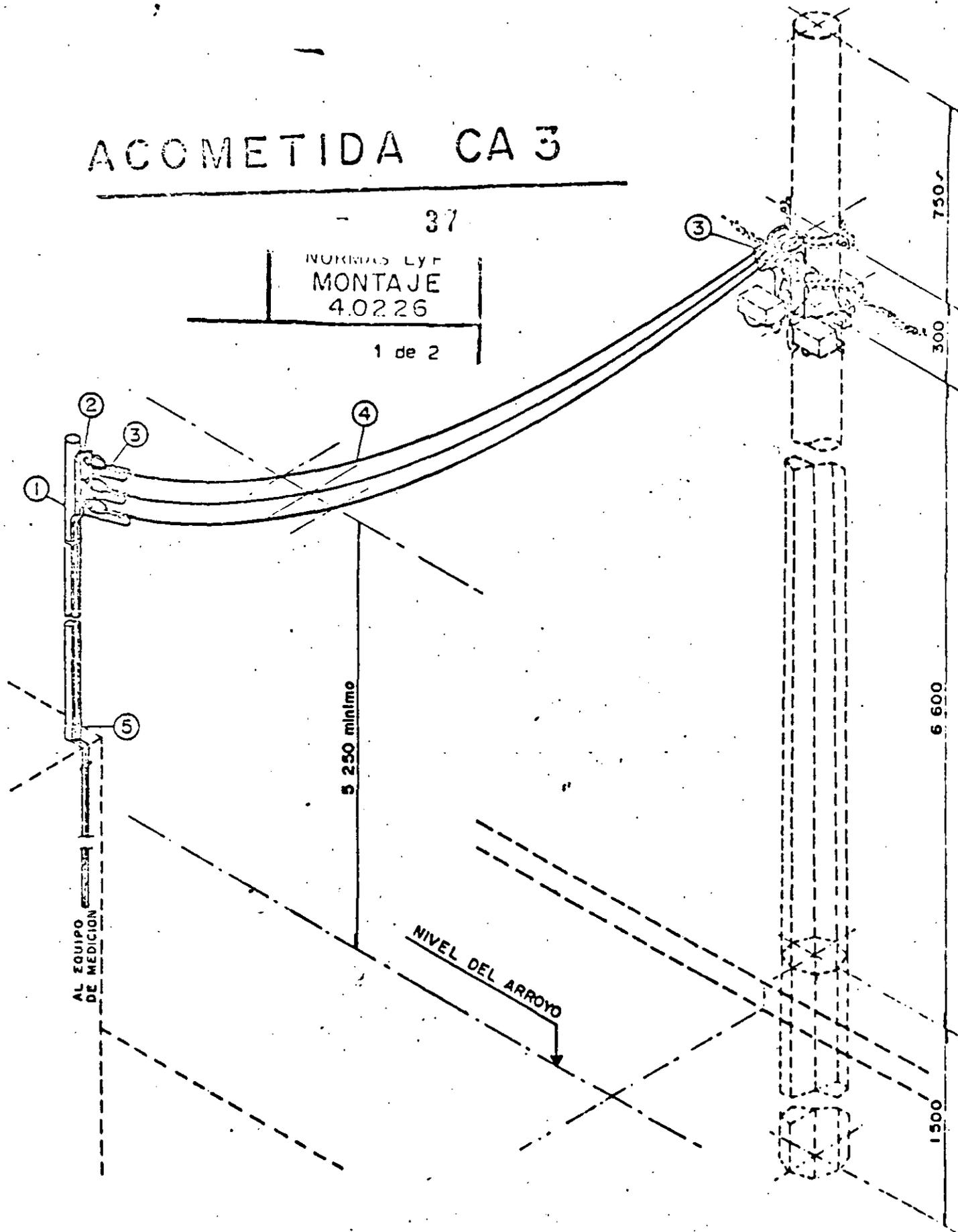


FIGURA No 21 Acometadora en mm.

# ACOMETIDA CA 3

NORMAS LYF  
MONTAJE  
4.0226

38

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	*
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0415	Pza	6
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grapas CM5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

\* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del cable CCE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

**APLICACION:**

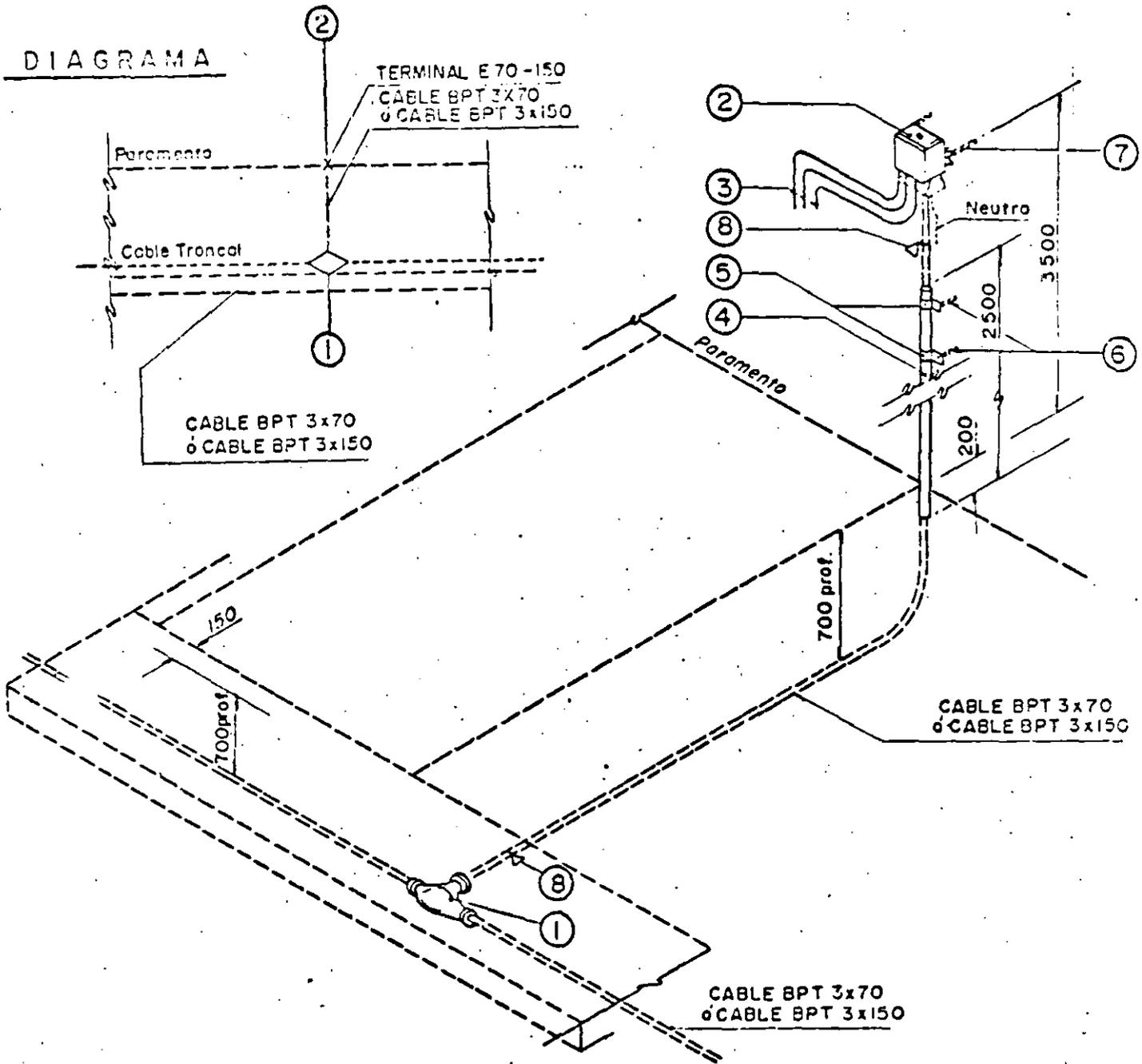
Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 35 KW.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.  
3 = Servicio a tres fases.

App. 24	Rev:	Des:							
---------	------	------	--	--	--	--	--	--	--

DIAGRAMA



Esc. 1:30

Acotaciones en mm

MATERIAL: (en 2 de 2)

APLICACION:

Empalmar y proteger los extremos de cable de acometida 3 x 70 ó 3 x 150 entre cable de alimentación o troncal de igual o mayor sección BPT 3 x 70 ó BPT 3 x 150 y muro o soporte al exterior, en lugar de la acometida.

FIGURA Nº



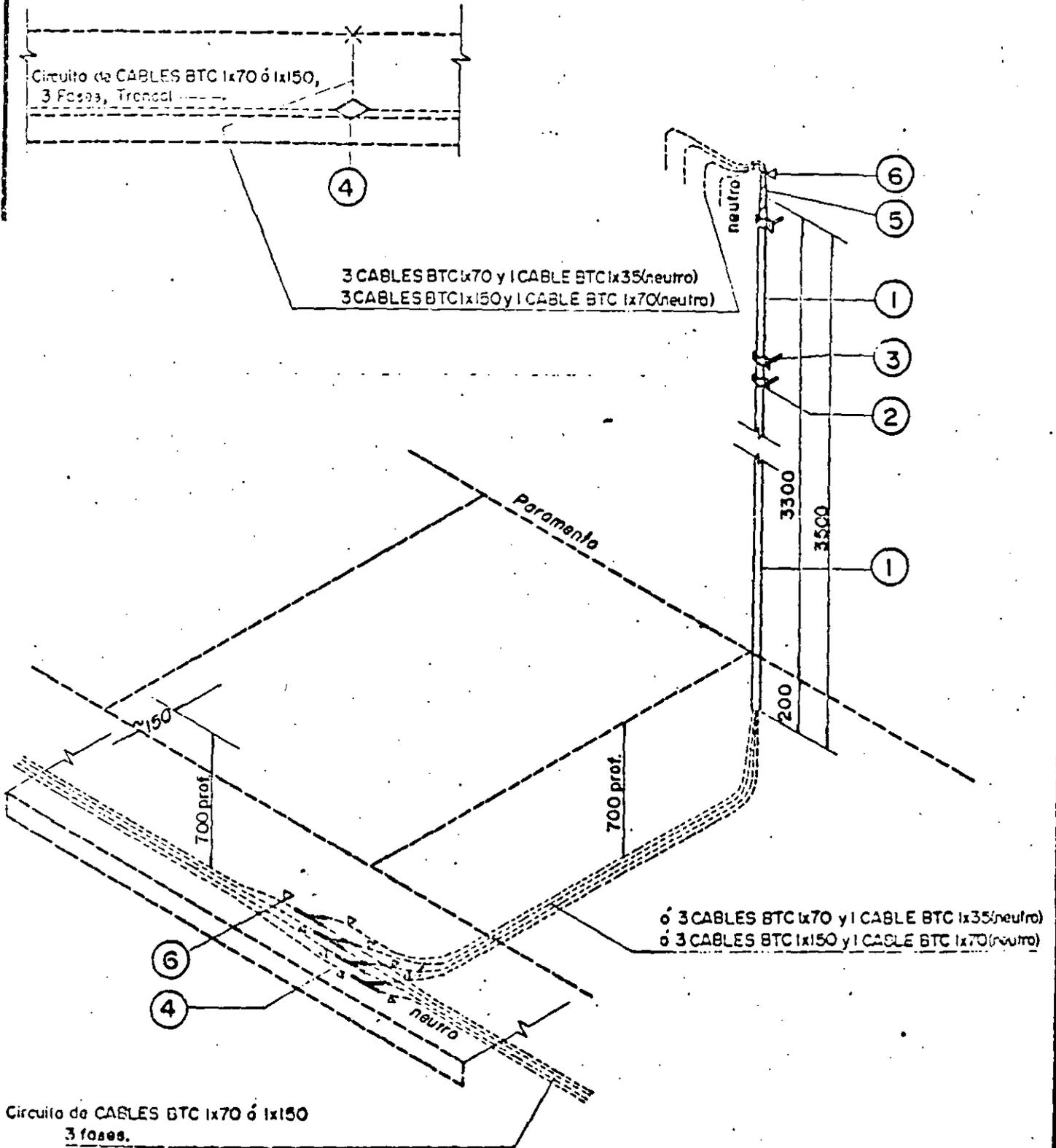
# ACOMETIDA BIC 70-150 CABI E-E

NORMAS L y F  
MONTAJE  
4.0165

## DIAGRAMA

41

1 de 2



MATERIAL:

(En 2 de 2)

FIGURA Nº 23

Acotaciones en mm

# ACOMETIDA BTC 70-150 CABI F-E

NORMAS L y F  
MONTAJE  
4.0165

42

2 de 2

**MATERIAL:**

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo Protector PVC 2030	2.0292	Pza	2
2	Abrazadera Tubo P-PVC 60	2.0235	Pza	3
3	Tornillo M4 9.5 x 60	2.0187	Pza	6
4	Unión Y BTC 70-70 (ó 150-70)	2.0203	Jgo	4
5	Cinta Selladora	2.0086	m	6
6	Placa Identificación Cable 8	2.0027	Pza	12

**APLICACION:**

Proteger los dos extremos de un circuito trifásico de cables de acometida BTC — 1x70 ó 1x150 entre un circuito principal o troncal de cables de igual o mayor — sección BTC 1x70 ó 1x150 y muro o soporte al exterior en el lugar de la acometida.

**CLAVE DEL NOMBRE:**

B = Baja tensión

TC = Termofijo, polietileno cadena cruzada, aislamiento de los cables

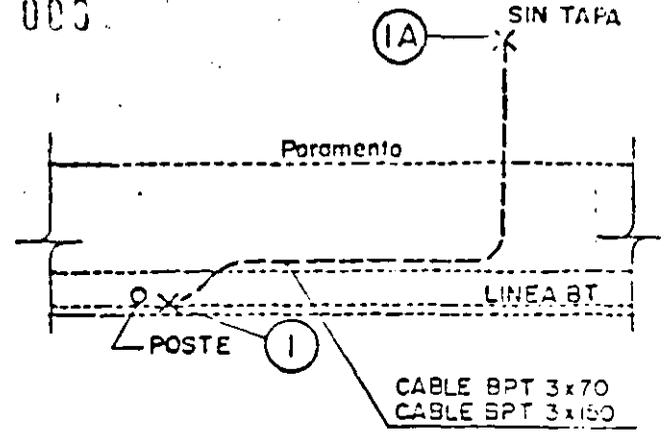
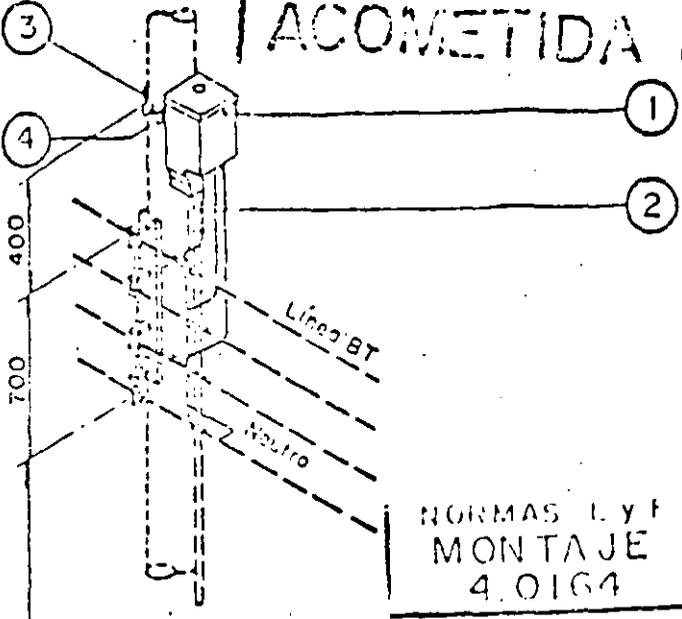
70-150 = 70 mm<sup>2</sup> ó 150 mm<sup>2</sup> sección del conductor de los cables

E = Exterior, terminación exterior en el lugar de la acometida.

# ACOMETIDA BPT 70-150 POSTE-I

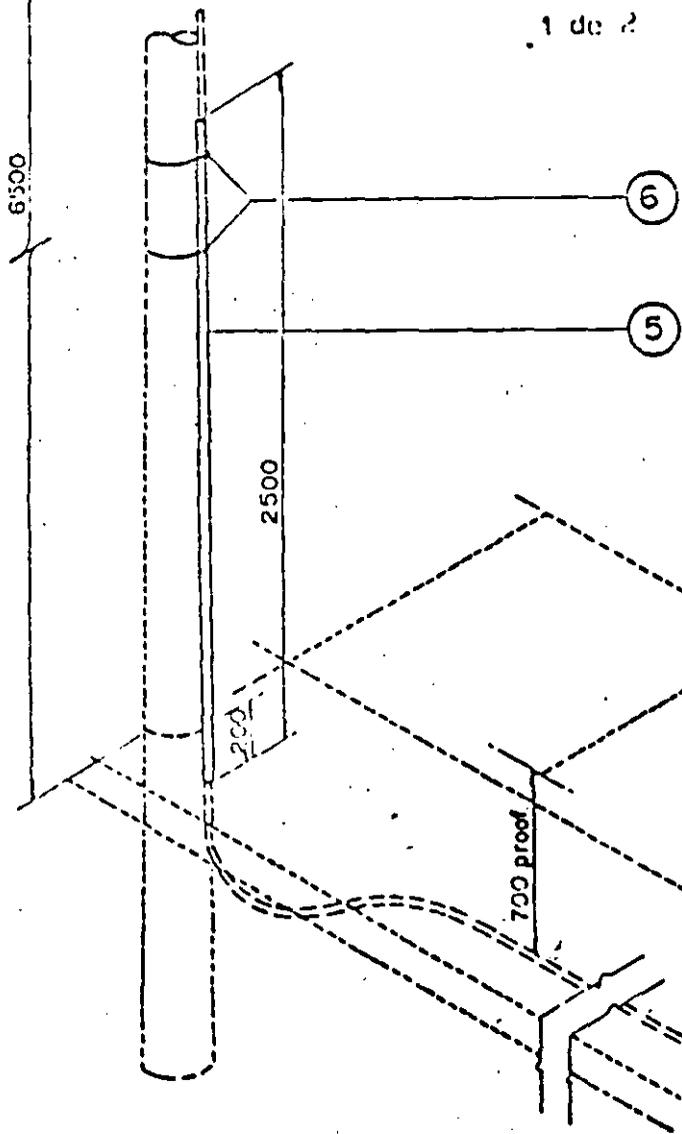
000 43

TERMINAL 6-1 SIN TAPA



NORMAS L y F  
MONTAJE  
4.0164

1 de 2



CAJA MBI ó BUS BLINDADO

TERMINAL 6-1 SIN TAPA

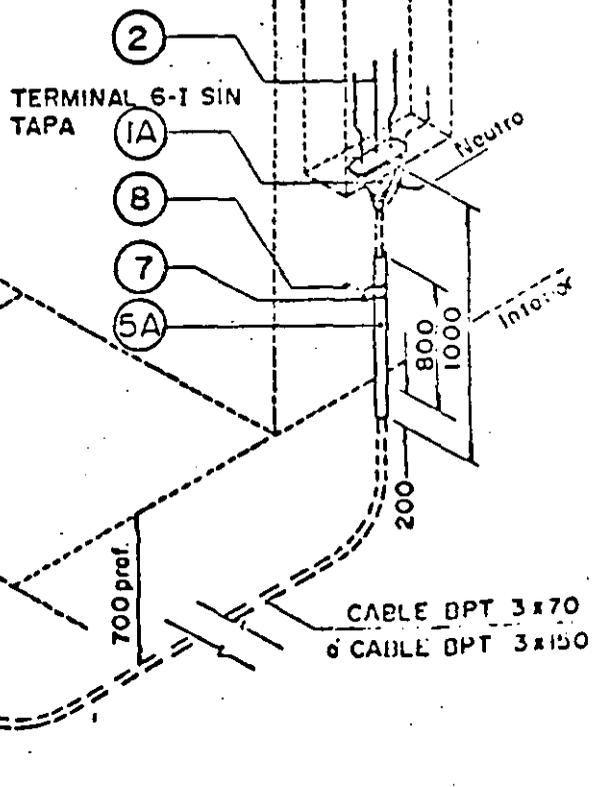


FIGURA Nº 24



DIAGRAMA

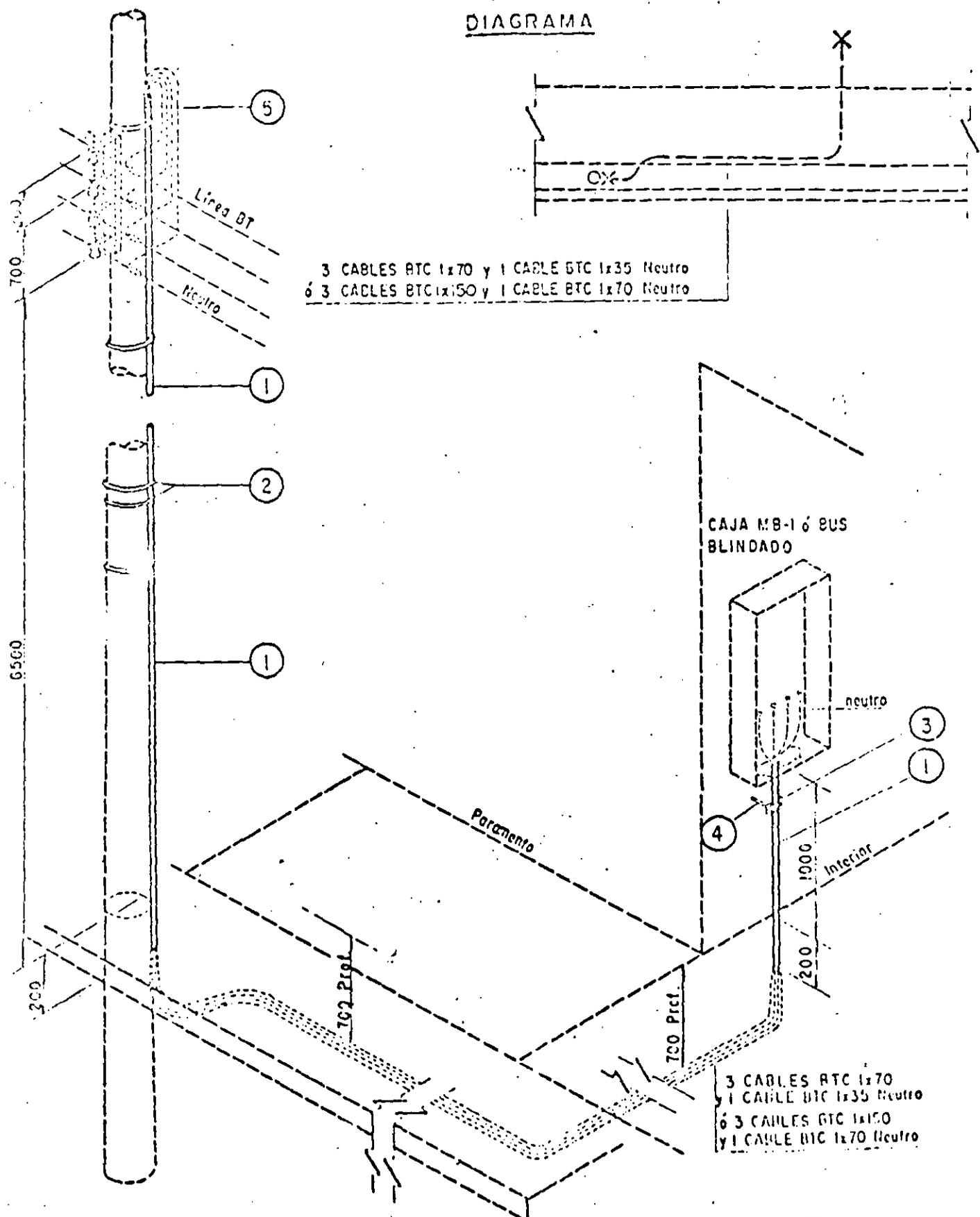
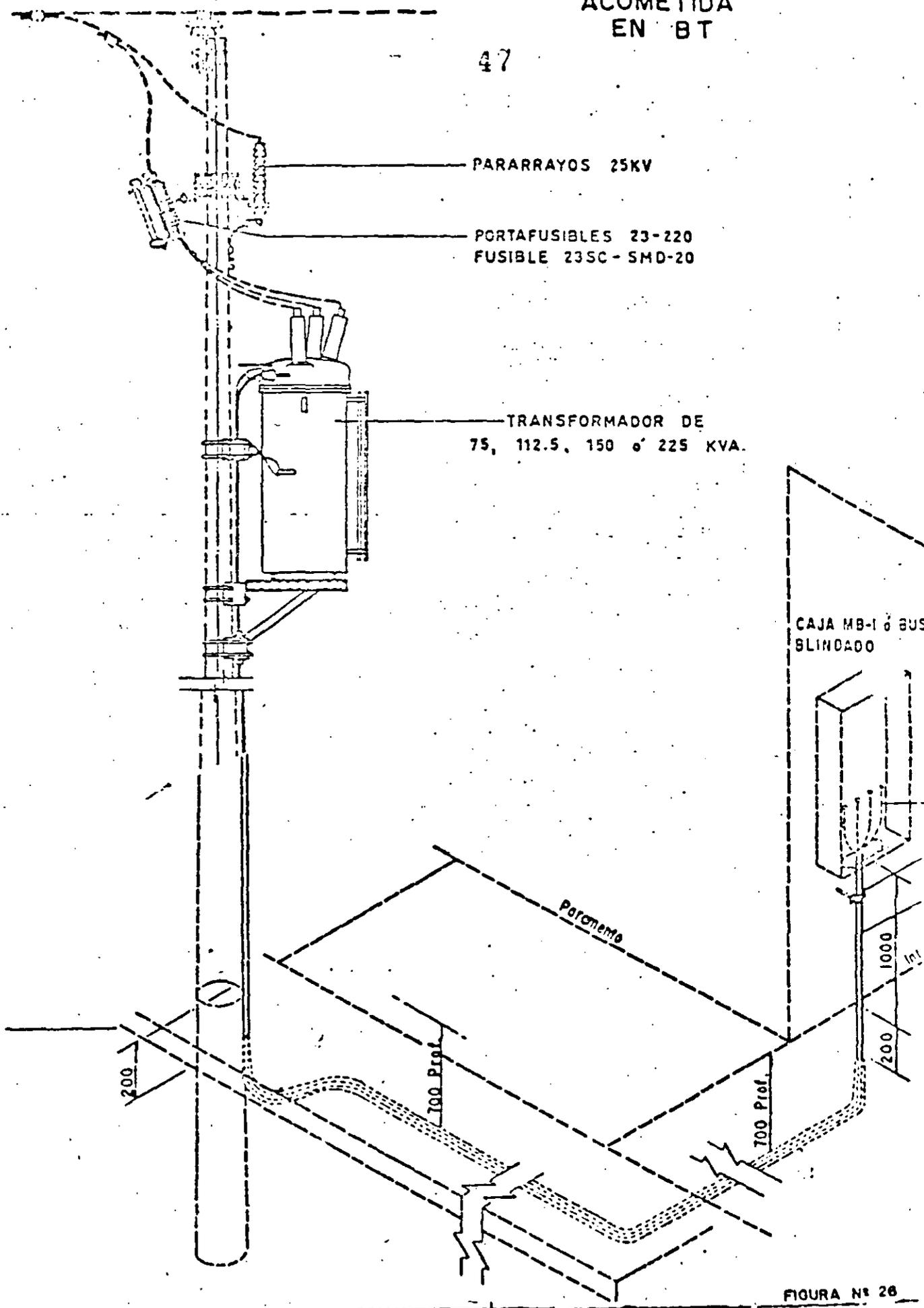


FIGURA Nº 25



ACOMETIDA  
EN BT

47



PARARRAYOS 25KV

PORTAFUSIBLES 23-220  
FUSIBLE 23SC-SMD-20

TRANSFORMADOR DE  
75, 112.5, 150 o 225 KVA.

CAJA MB-1 o BUS  
BLINDADO

Parcemento

200

700 Prof.

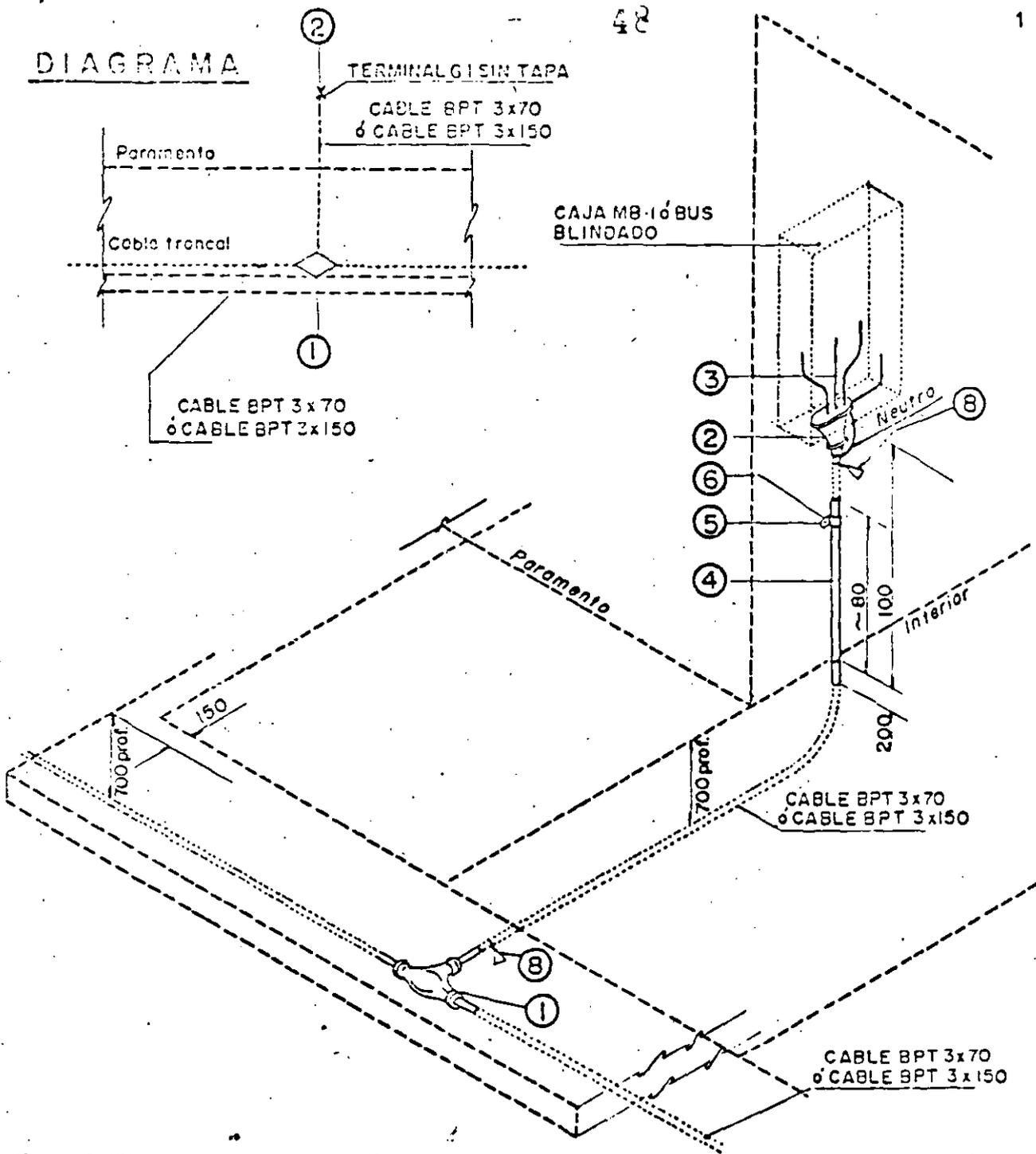
700 Prof.

1000 Int.

200

FIGURA N° 26

## DIAGRAMA



Ecc. 1:30

Acotaciones en mm

MATERIAL: (en 2 de 2)

### APLICACION:

Empalmar y proteger los extremos de cable de acometida SPT 3 x 70 ó 3 x 150 entre cable de alimentación o troncal de igual o mayor sección SPT 3 x 70 ó 3 x 150 y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida.  
La terminal GI sin tapa del cable de acometida, se coloca preferentemente en caja MB-1 ó en Bus Blindado.



50

1 de 2

## DIAGRAMA

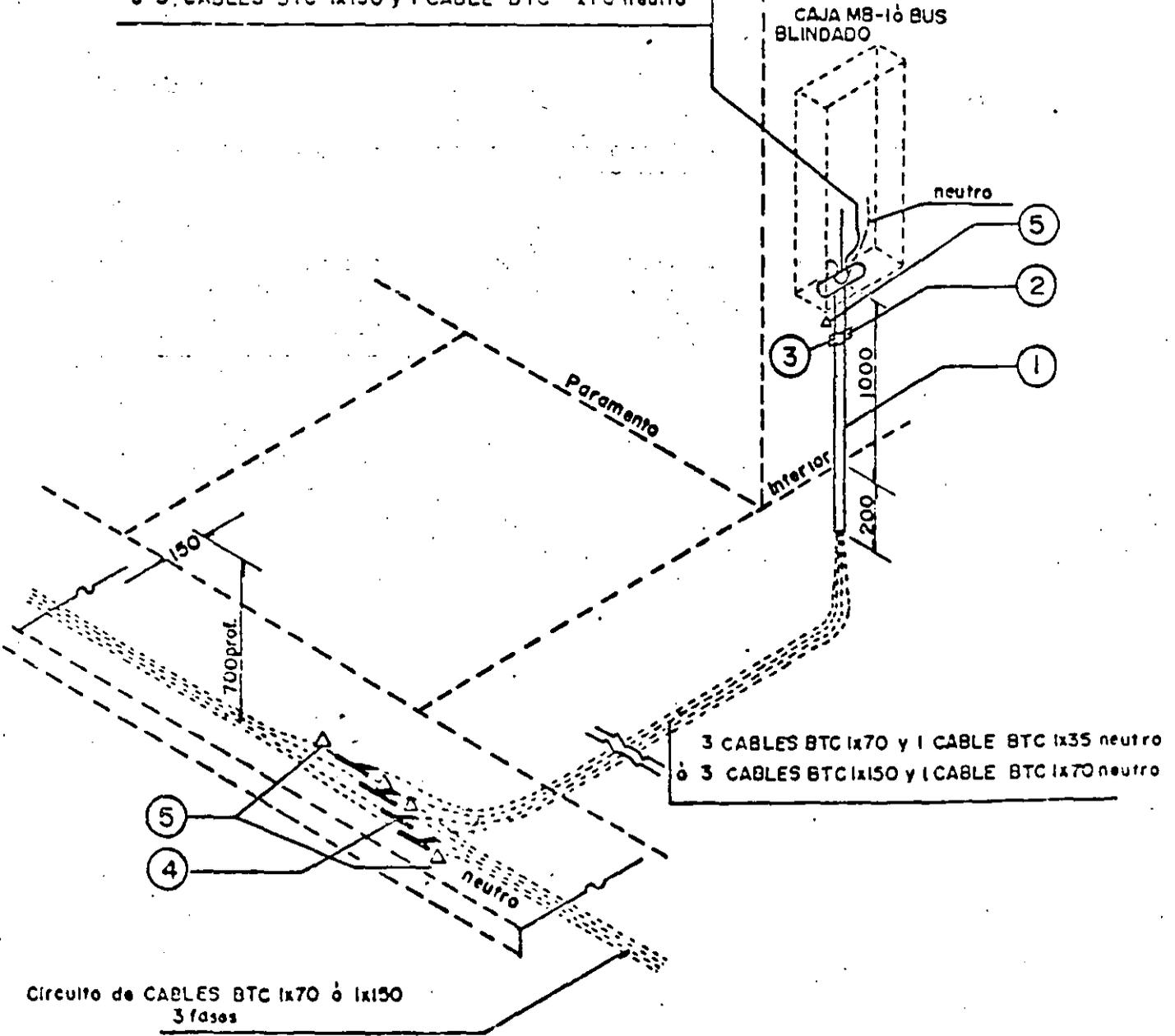
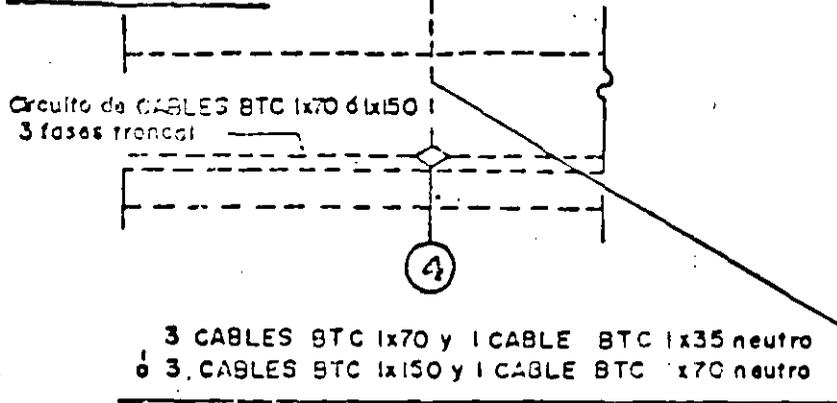


FIGURA Nº 28

Acotaciones en mm

# ACOMETIDA BTC 70-150 CABLE - I

JRMAS Ly F  
MONTAJ  
4.0167

51

2 de 2

**MATERIAL:**

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo Protector PVC 2060	2.0292	Pza	1
2	Abrazadera tubo P-PVC 60	2.0236	Pza	1
3	Tornillo Maa 9.5 x 50	2.0187	Pza	2
4	Unión Y BTC 1x70-70 (ó 150-70)	2.0203	Jgo	4
5	Placa Identificación Cable 8	2.0027	Pza	12

**APLICACION:**

Proteger los dos extremos de un circuito trifásico de cables de acometida BTC - 1x70 ó 1x150 entre un circuito principal o troncal de cables de igual o mayor - sección BTC 1x70 ó 1x150 y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida.

Los cables de acometida se colocan preferentemente en caja MB-1 o bus blindado.

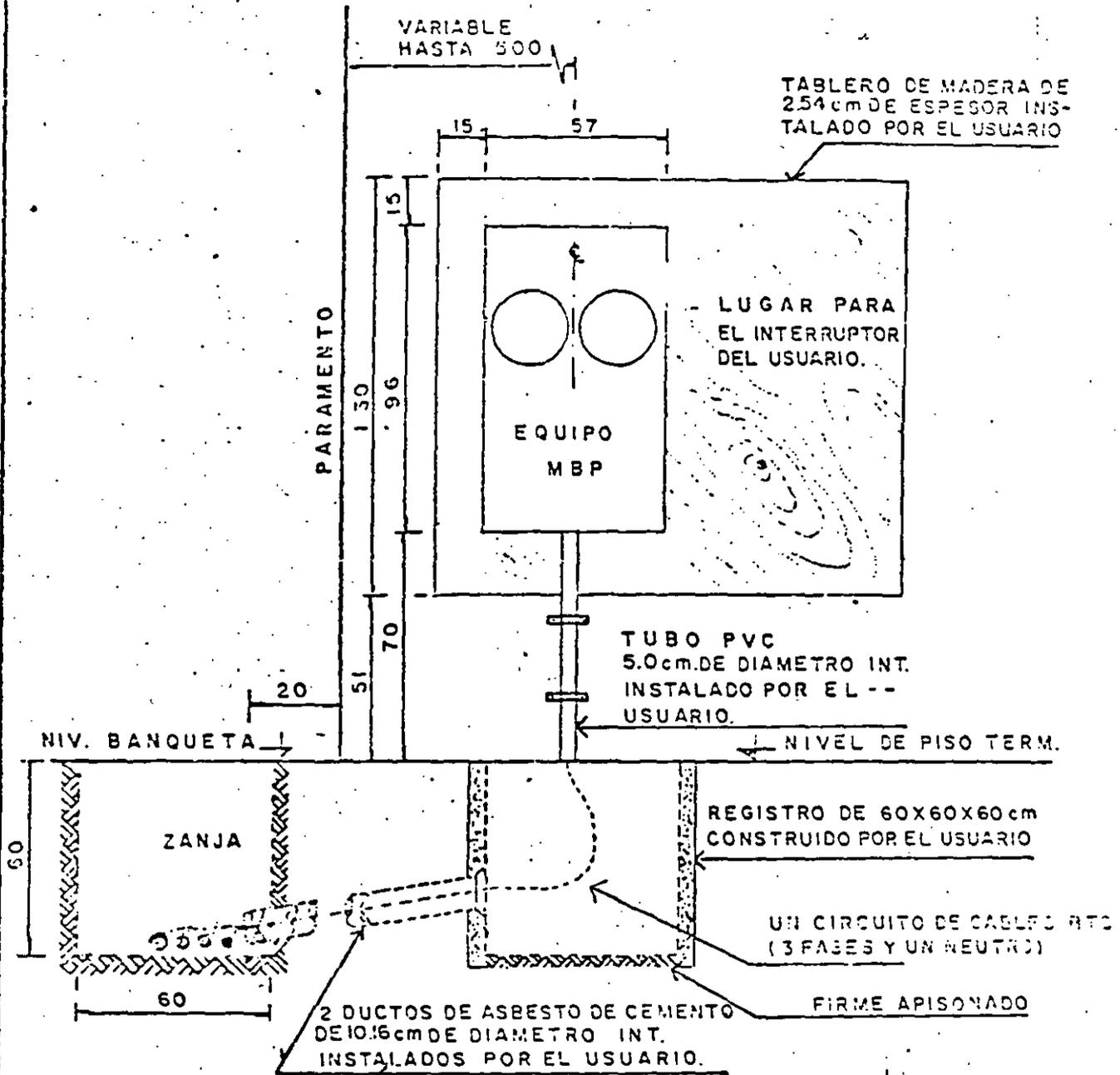
**CLAVE DEL NOMBRE:**

8 = Baja tensión

TC = Termofijo cadena cruzada aislamiento de los cables

70-150 = 70 mm<sup>2</sup> ó 150 mm<sup>2</sup> sección del conductor de los cables

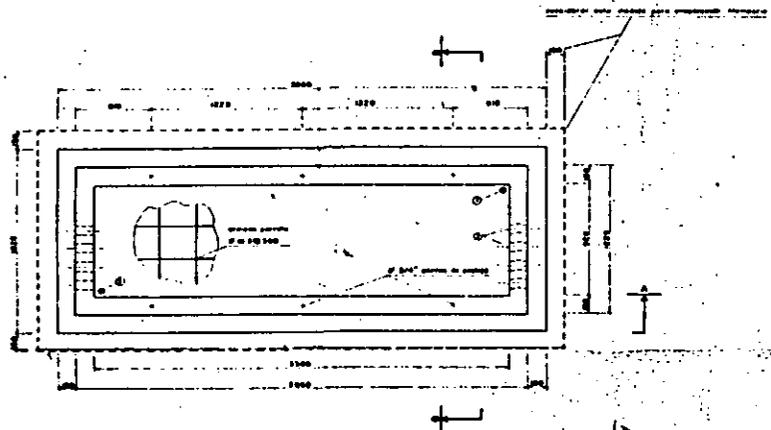
I = Interior terminación interior en el lugar de la acometida.



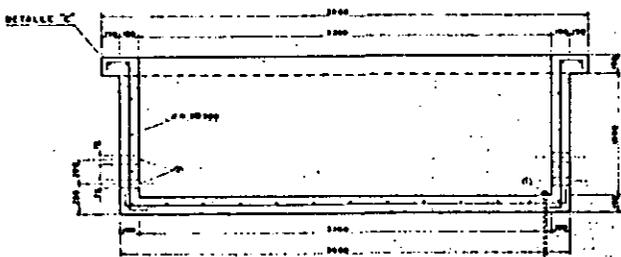
ACOTACION EN: cm.

FIG. 29  
ACOMETIDA SUBTERRANEA  
A SERVICIO TRIFASICO, BT

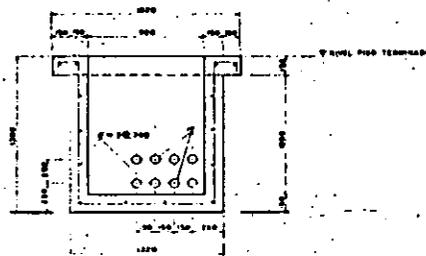
53



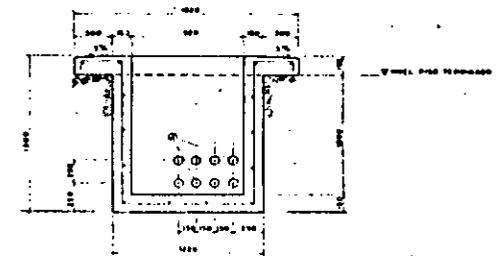
PLANTA



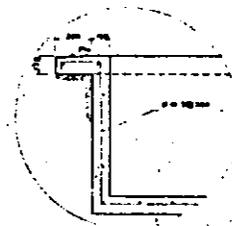
CORTE A-A



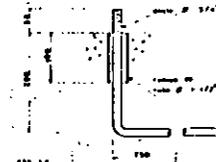
CORTE B-B



CORTE B-B  
PARA CIMENTACION INTemperIE



DETALLE 'C'  
PARA CIMENTACION INTemperIE



DETALLE DE ANCLAJE

REFERENCIAS:

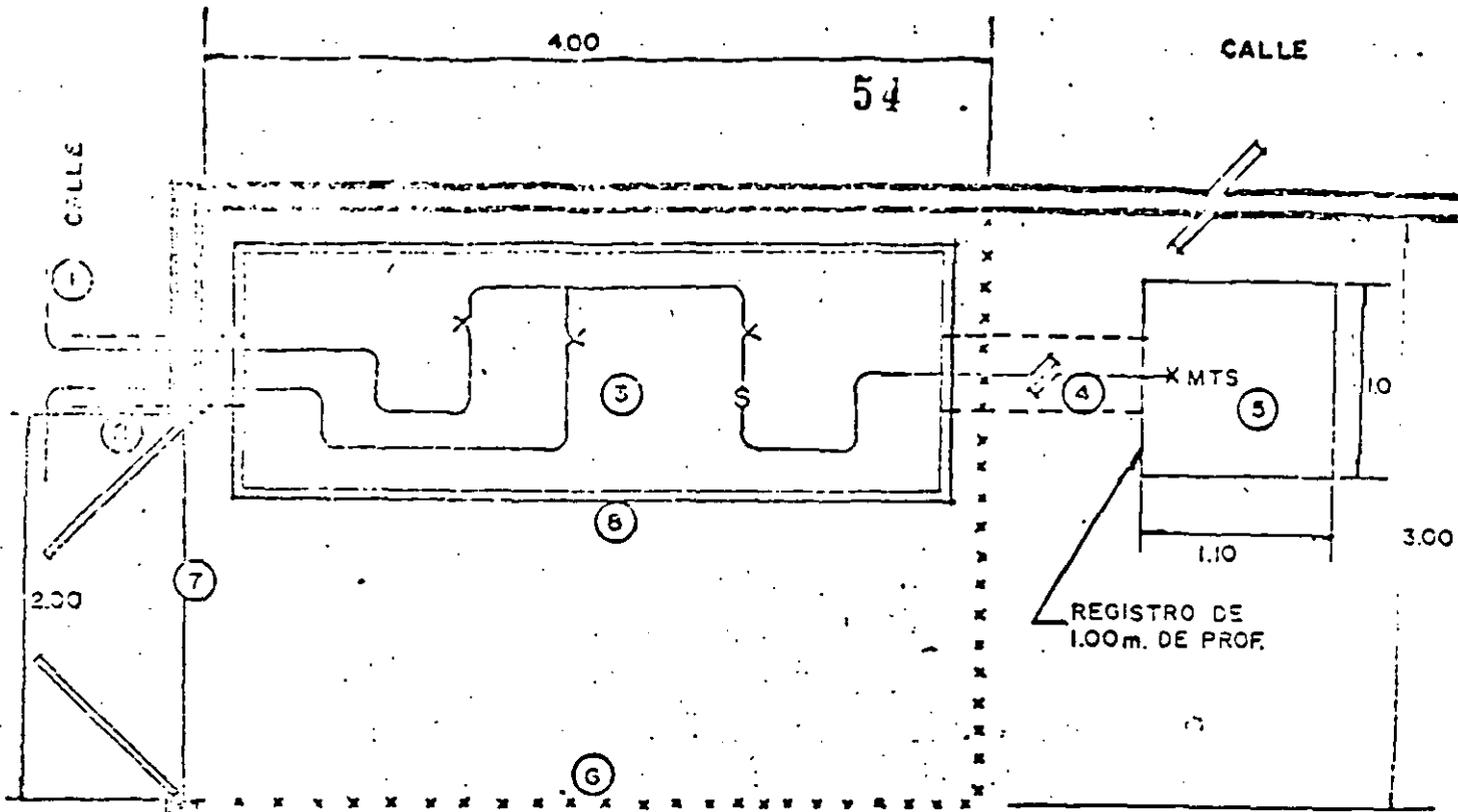
- 1. CEMENTO DE TIPO 40
- 2. BLOCOS DE FO

NOTAS:

- CIMENTAR COM 10% DE FIBRA
- ACABAR COM 10% DE FIBRA
- CIMENTAR COM BOMBA MOTOZOLA DE 10"
- DE 200 UNIDADES QUANTO AO CILINDRO DAS TORNAS
- COM 10% DE FIBRA
- ESTE PLANO ES PARA O SUPORTE DE TUDO INTERIO, PARA
- TUDO INTERIO EXTERNO, QUANTO AO 10% DE FIBRA
- QUANTO AO 10%
- ALICATADOS DE 10"

FIG. 30

COMPANIA DE LUM Y FUERZA DEL CENTRO S.A.  
 CIMENTACION PARA  
 GABINETES M-23-1  
 (MONTAJE Y DESMONTAJE)  
 DIST-N-476

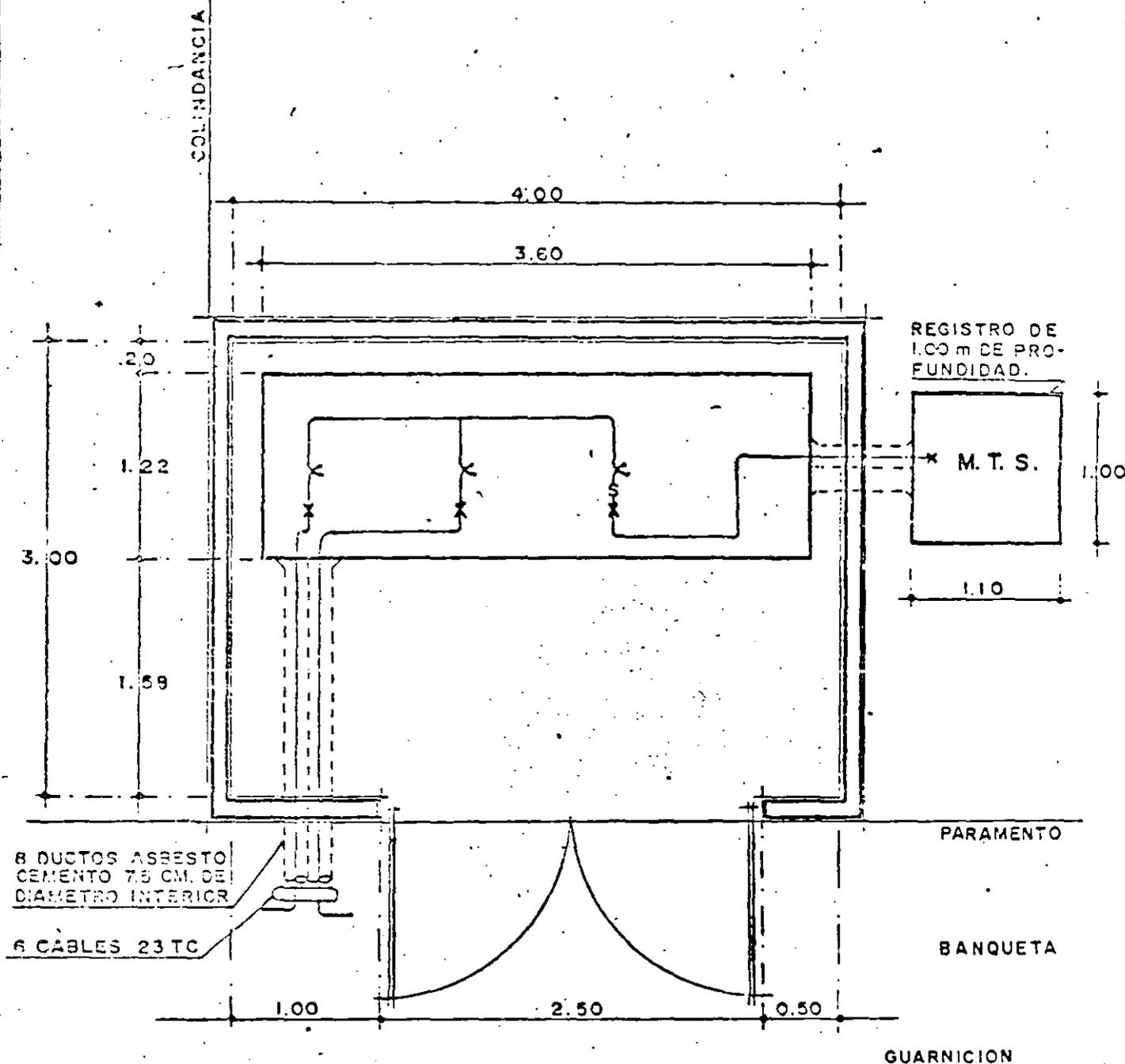


①	6 CABLES MONOFASICOS CON AISLAMIENTO TIPO SECO PARA 23 KV. ALOJADOS EN DUCTOS.
②	8 DUCTOS DE ASBESTO CEMENTO DE 75CMS. DE DIAMETRO. INTERIOR Y 50 CMS. FUERA DEL LIMITE DEL PREDIO.
③	GABINETE DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION SIMILAR A LOS INDICADOS EN LAS FIGURAS 13 Y 15, DE 3.60 MTS. DE LARGO, 1.22 DE ANCHO Y 2.20 MTS. DE ALTO.
④	3 CABLES MONOFASICOS CON AISLAMIENTO TIPO SECO PARA 23 KV. QUE CONECTARAN AL GABINETE CON EL EQUIPO DE MEDICION EN 23 KV.
⑤	EQUIPO DE MEDICION EN 23 KV.
⑥	CERCA DE MALLA CICLONICA (OPCIONAL).
⑦	ENTRADA PRINCIPAL QUE OSTENTA EL N° OFICIAL.
⑧	CIMENTACION PARA GABINETE DE 3 SECCIONES PLANO DIST-N-476 ( FIG. 26 ).

FIG. 31

ACOTACIONES EN M.

AREA PARA LA INSTALACION DE UN GABINETE DE TRES SECCIONES TIPO EXTERIOR.



REGISTRO DE  
1.00 m DE PRO-  
FUNDIDAD.

\* M. T. S.

8 DUCTOS ASBESTO  
CEMENTO 75 CM. DE  
DIAMETRO INTERIOR

6 CABLES 23 TC

PARAMENTO

BANQUETA

CALLE

GUARNICION

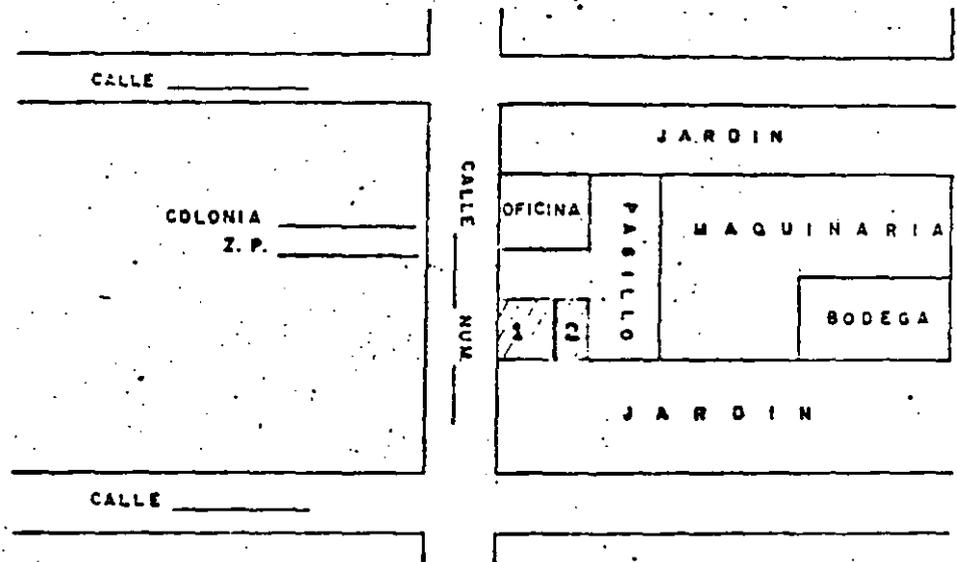
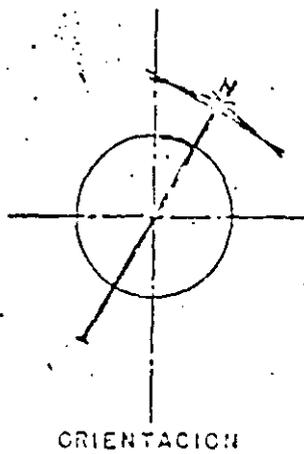
FIG.32

LOCAL PARA GABINETE 23 KV  
3 SECCIONES TIPO INTERIOR

ACOTACIONES EN: m

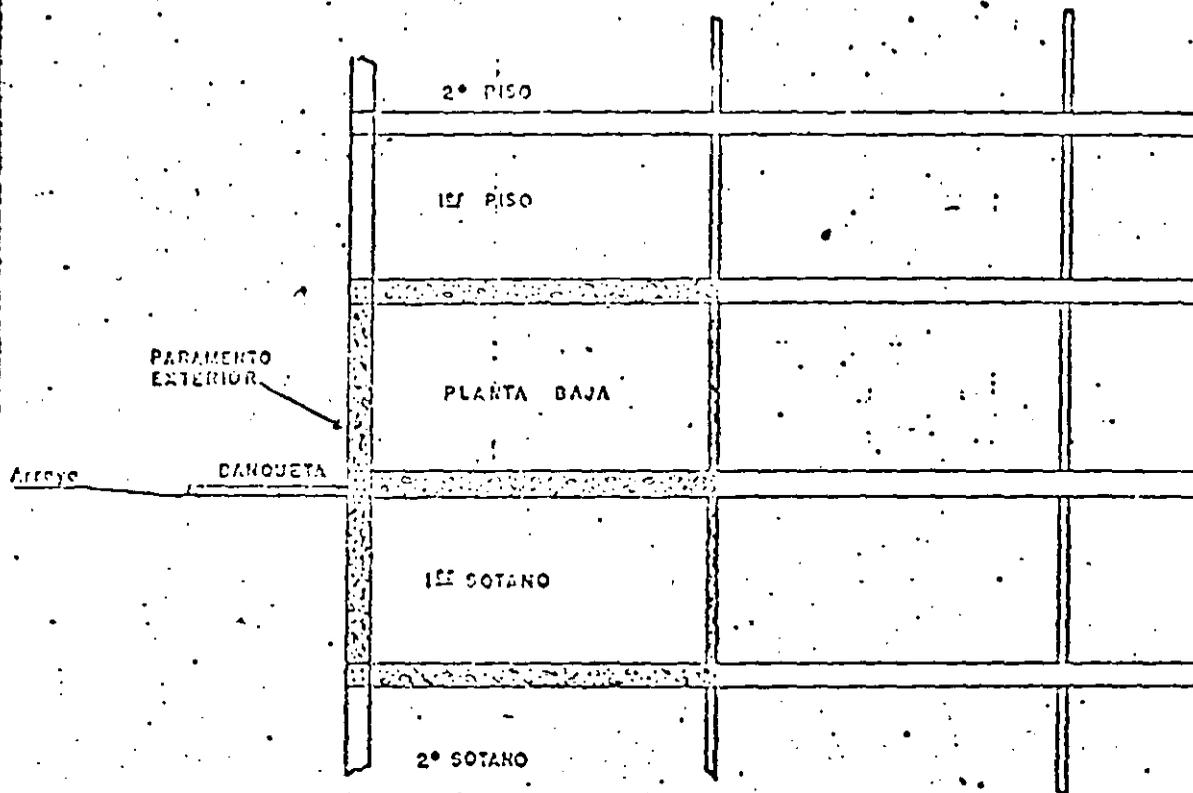
56

# LOCALIZACION DE SUBESTACION Y EQUIPO DE MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA



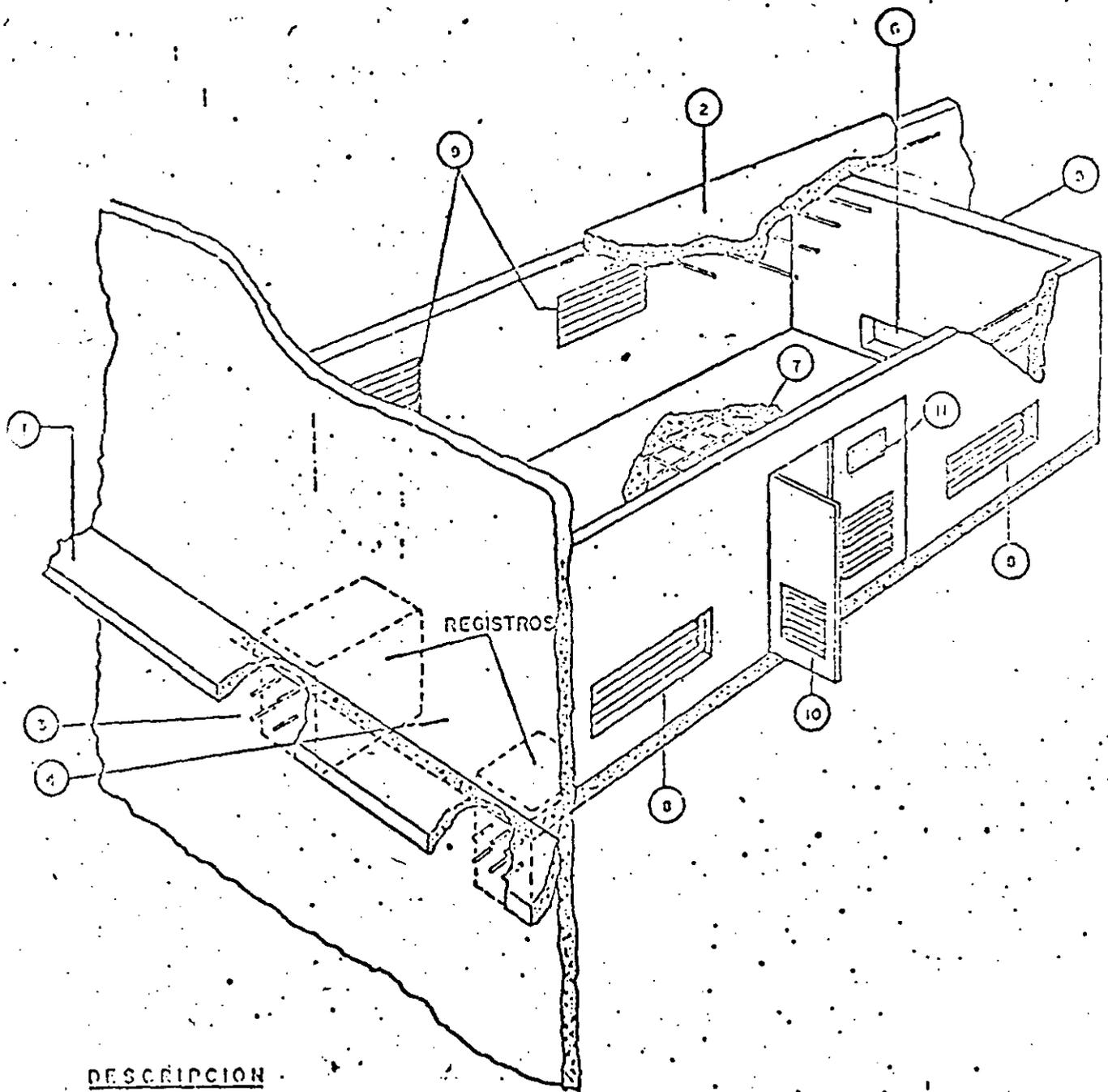
- 1.- LOCAL PARA S.E.
- 2.- LOCAL PARA EQUIPO DE MEDICION, E INTERRUPTORES  
O INTERRUPTOR DEL USUARIO.

FIG.33



ALTERNATIVA 1-LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

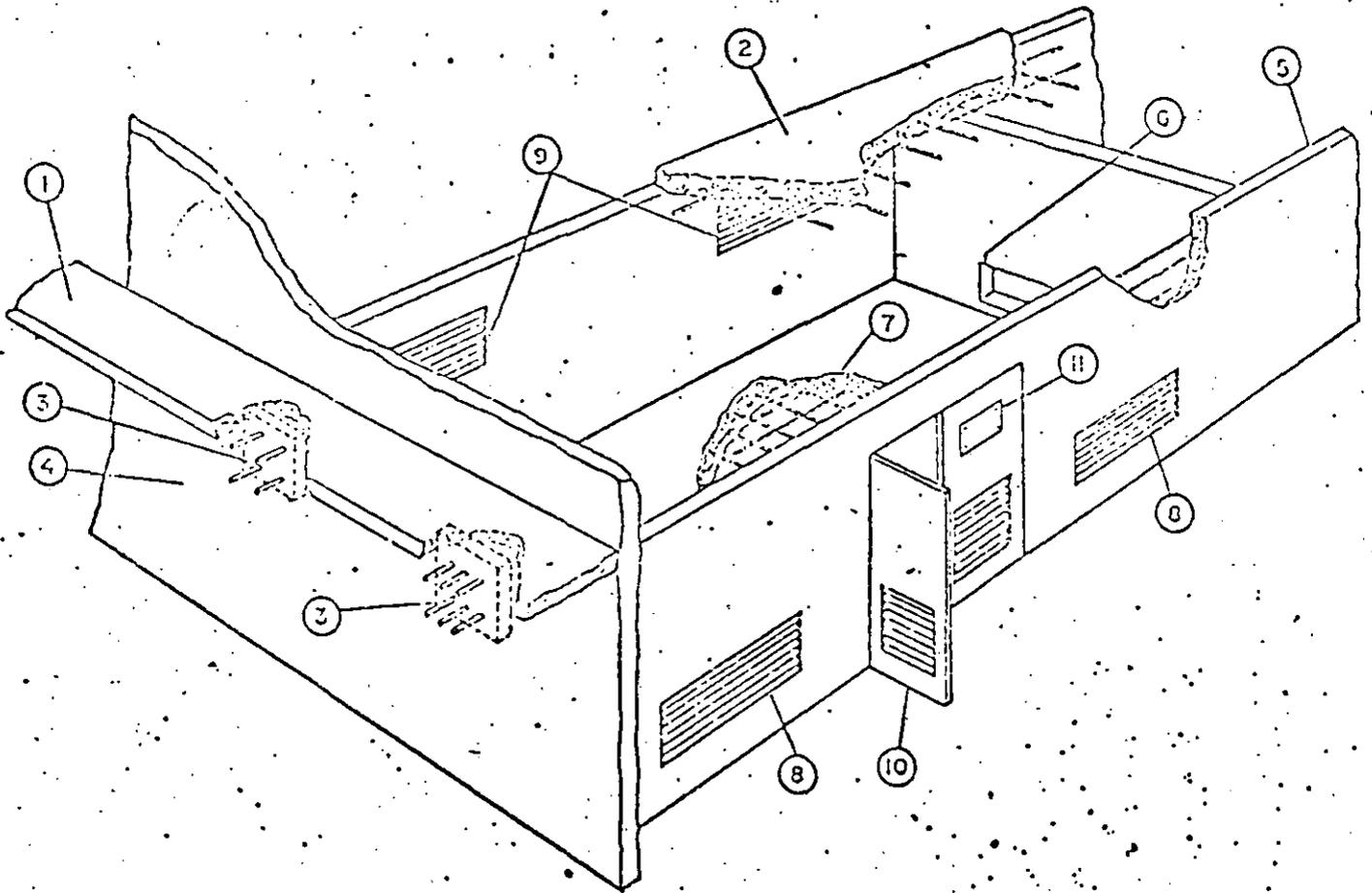
ALTERNATIVA 2-LOCALIZACION EN EL 1er SOTANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.



DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 BANCO DE DUCTOS
- 4 MURTO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MURTO DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LETRERA (PELIGRO ALTA TENSION)

FIG. 35



DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 BANCO DE DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELICULO ALTA TENSION)

FIG. 36

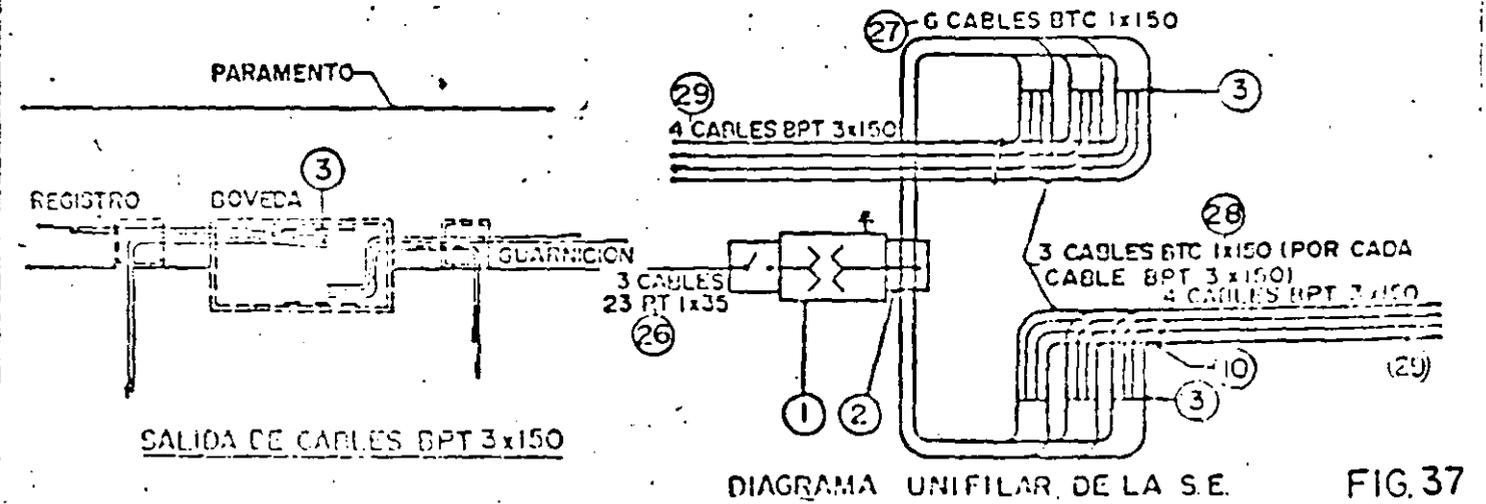
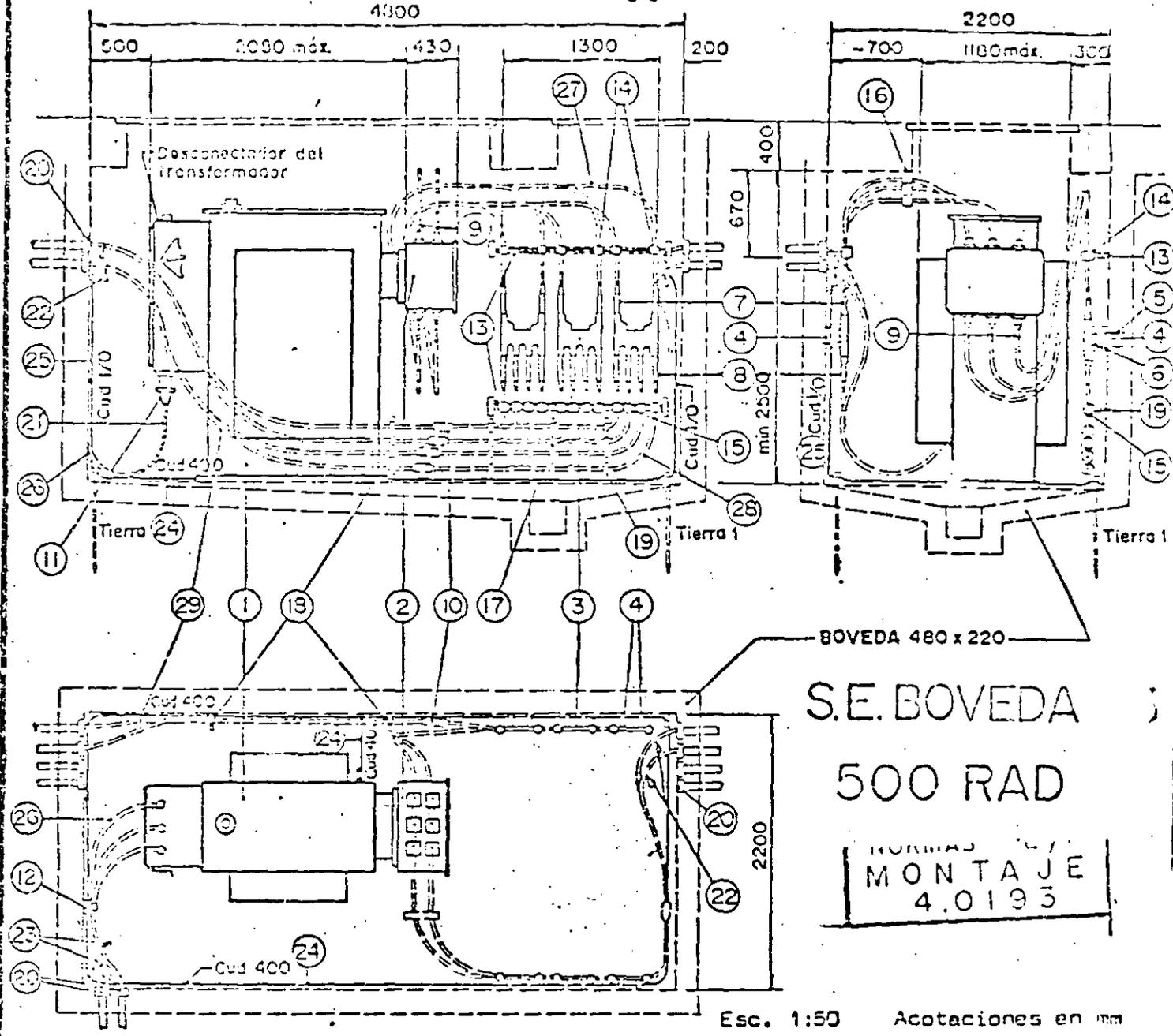


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E. FIG.37

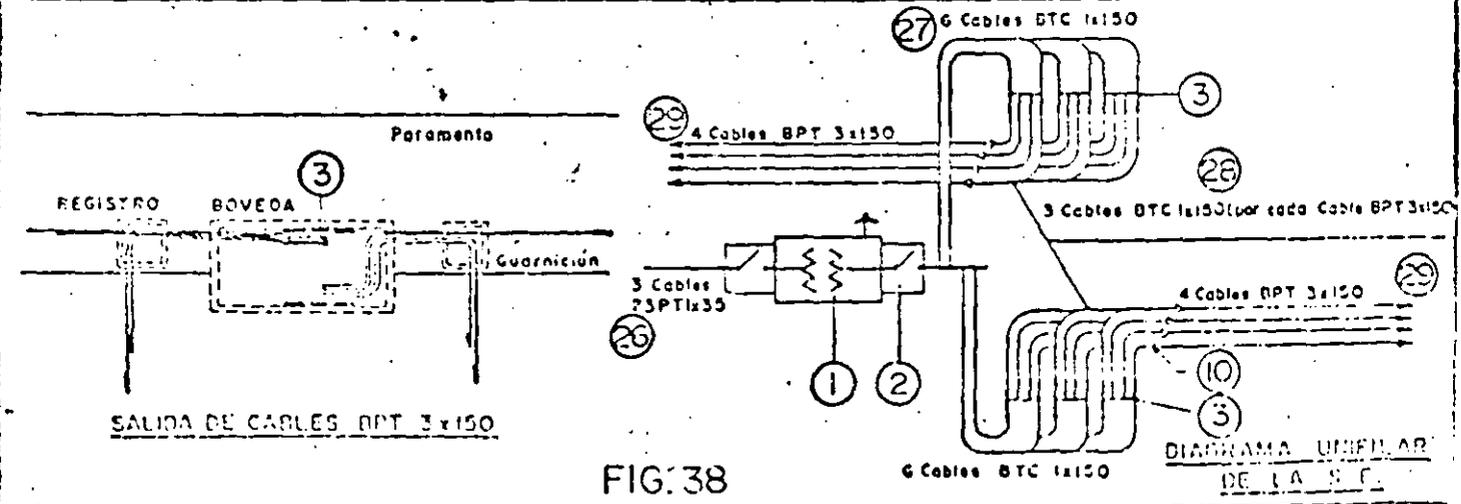
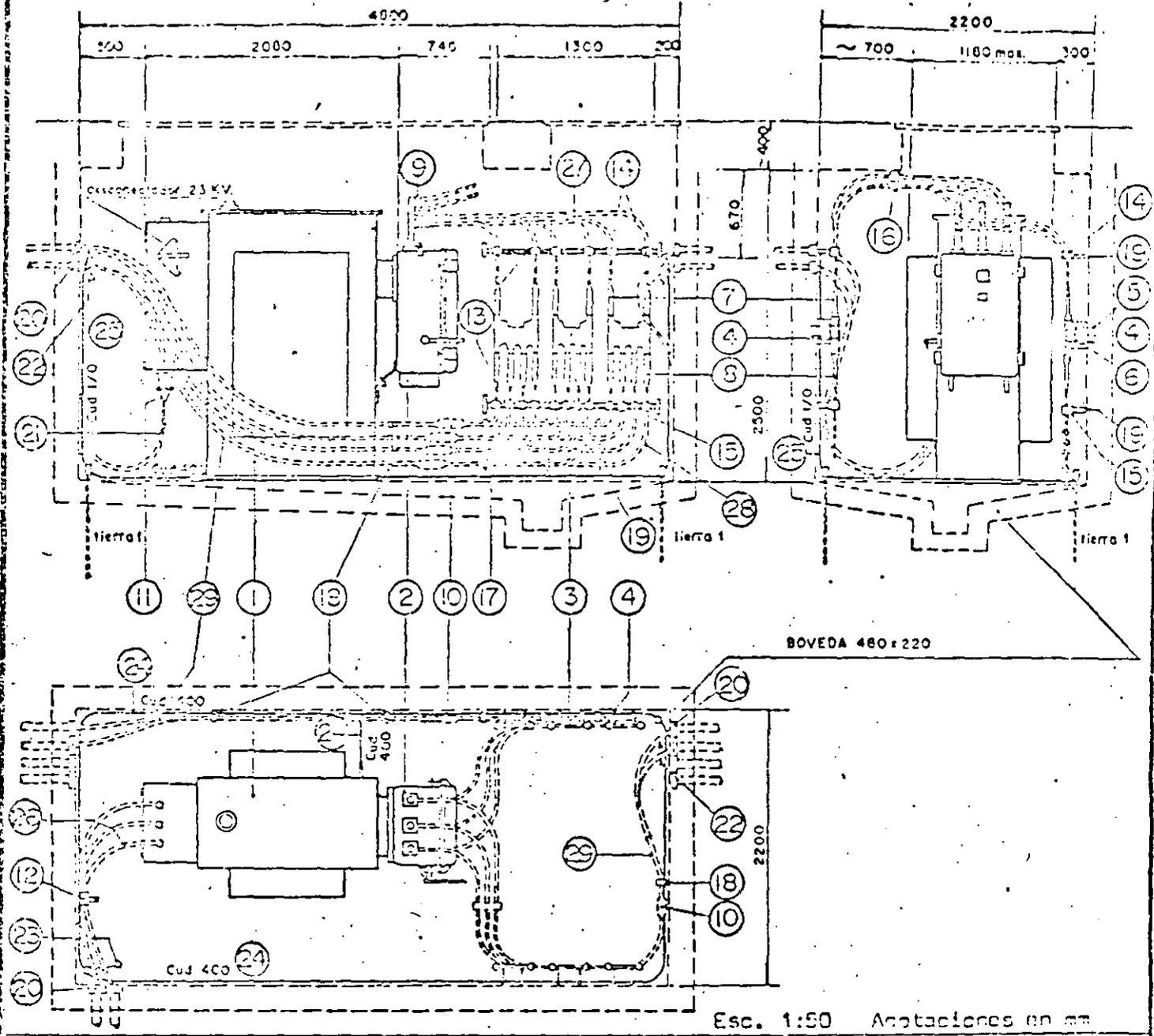
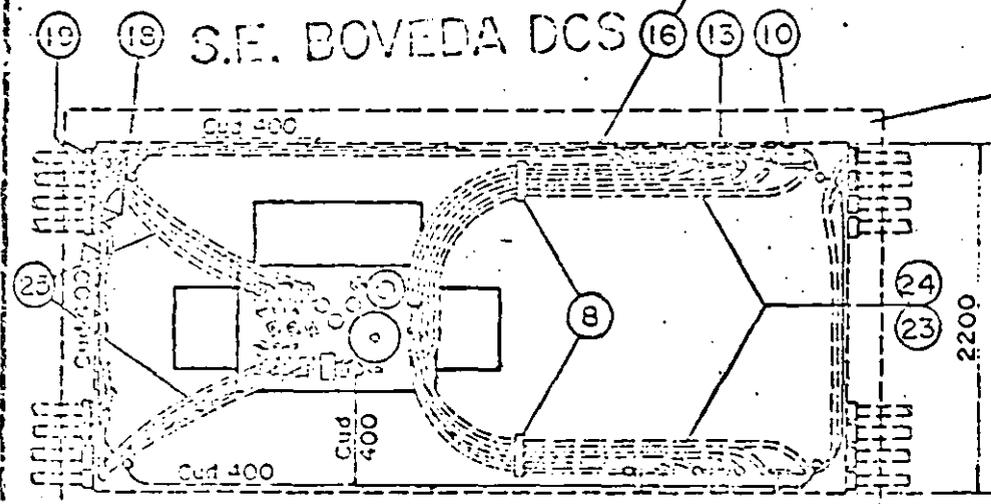
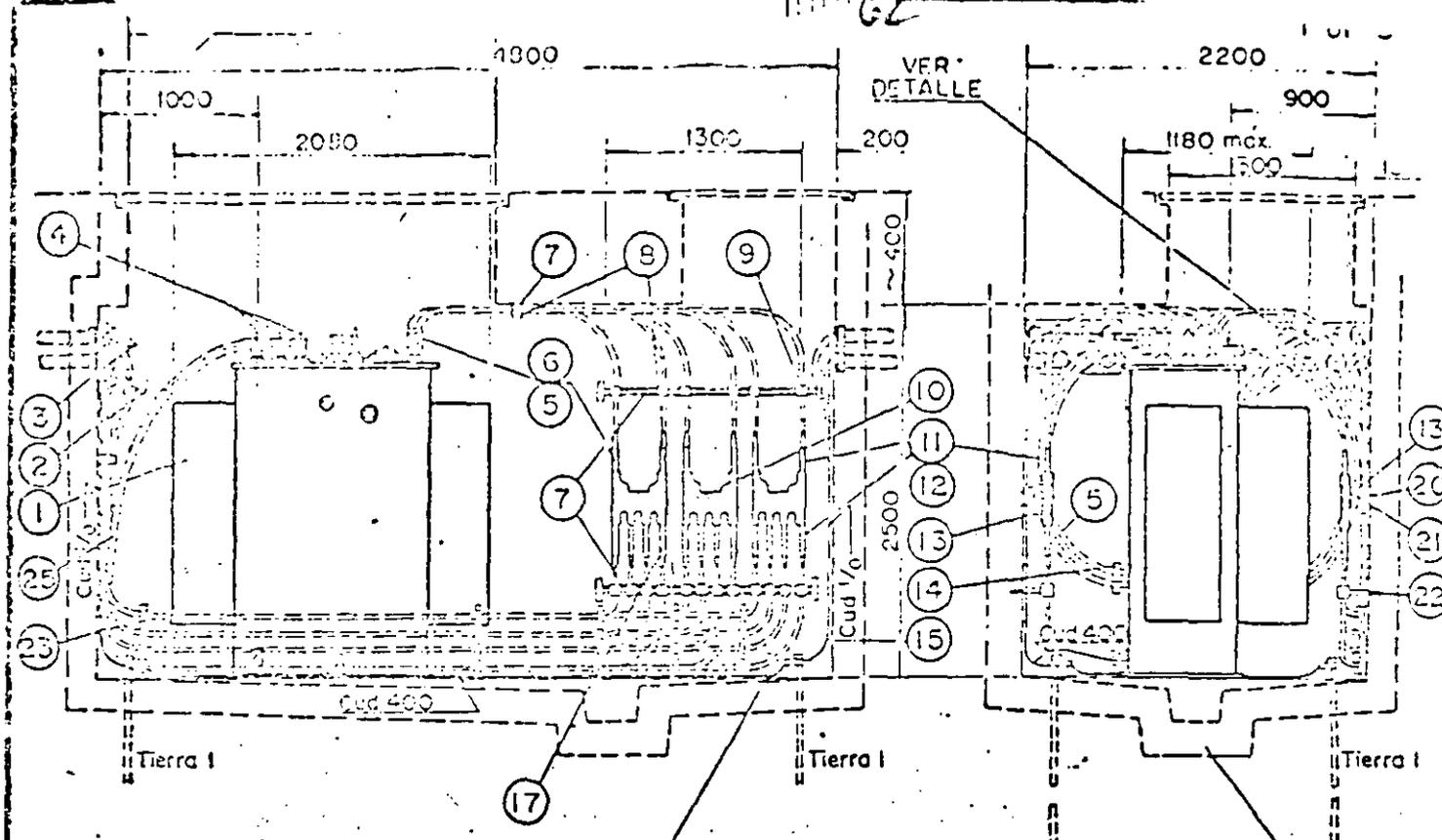
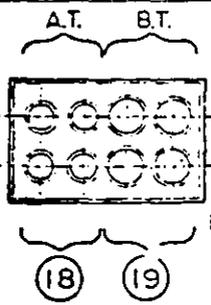


FIG. 38

10062



DETALLE BOQUILLA DUCTO



25-BT-300 a 750 RAD

Esc. 1:50 Acotación en mm

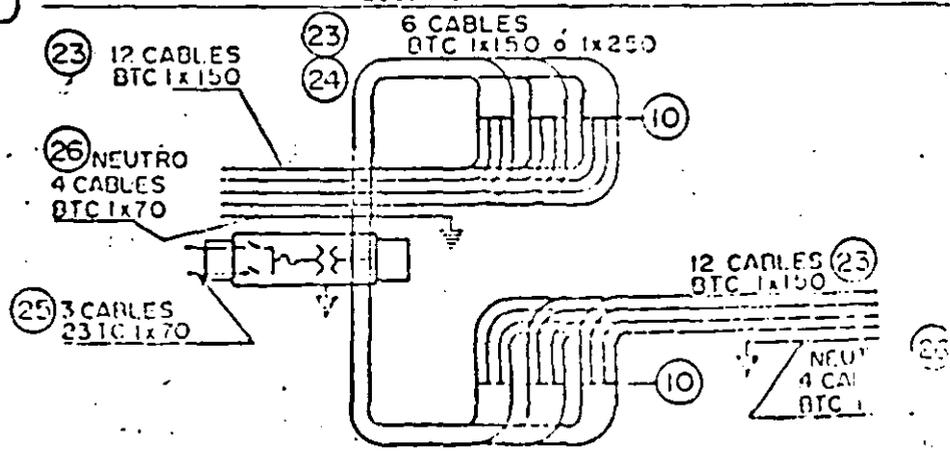
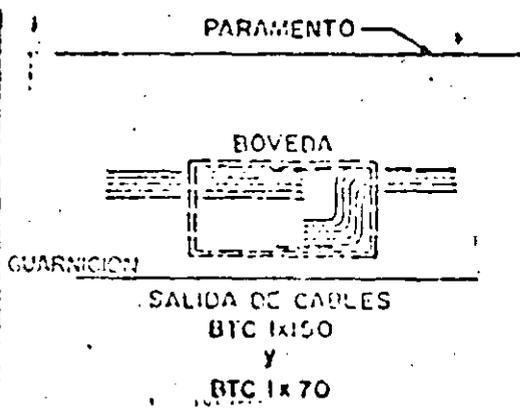


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E.

FIG. 39



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**SISTEMAS DE GENERACION**

**ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA**

## SISTEMAS DE GENERACION ELECTRICA

1. INTRODUCCION

2. UTILIZACION

3. COMPONENTES

4. SELECCION

5. IMPORTANCA DE:

- UNA BUENA INSTALACION .

- UNA BUENA OPERACION

- UN BUEN MANTENIMIENTO

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA

## SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA

### 1.- INTRODUCCION.

En toda instalación eléctrica se cuenta con:

- a) Fuente de suministro eléctrico
- b) Instalaciones propiamente
- c) Equipo que utiliza la energía

Si además toda instalación eléctrica debe ser flexible, confiable, segura, accesible etc., debemos analizar cuales son las características y las necesidades del equipo y circuitos alimentados y actuar en consecuencia desde el momento de hacer el proyecto.

Por ejemplo, si en un teatro existe el peligro de accidentes por aglomeraciones en caso de un apagón, será necesario proyectar un circuito especial separado del resto, para alumbrar pasillos, escaleras, puertas etc., mediante una alimentación eléctrica de emergencia ó equipos independientes que operen durante la falla.

Así podrán hacerse otras preguntas:

- ¿ Se cuenta con energía eléctrica adecuada y confiable en el lugar cercano a la instalación?
- ¿ Hay algún circuito que tenga que abastecer siempre, porque fallando la energía se tengan pérdidas considerables ?
- ¿ En caso de emergencia se pueden perder vidas ó causar se accidentes ?
- ¿ Se tendrá problemas por perderse información valiosa en computadoras, sincronía en rastreadoras de satélites ó detalles semejantes ?

Conforme esto, debemos estar concientes del tipo de carga-

que se tiene y dar la mejor solución técnico-económica a cada problema específico y, para ello, se hace necesario conocer las diversas alternativas de suministro eléctrico para poder escoger entre ellas.

Veremos entonces las diferentes formas de suministrar energía eléctrica y cuales son las aplicaciones específicas para poder:

Seleccionar  
Adquirir  
Instalar  
Operar  
Mantener

los equipos electrógenos adecuados.

Dentro de todos los equipos electrógenos, cabe hacer la distinción siguiente según su forma de operar y su utilización:

- A ). Plantas Eléctricas de Servicio Continuo
- B ). Plantas Eléctricas de Emergencia
- C ). Sistemas de CD por batería
- C'). Sistemas de Potencia Ininterrumpible (SPI) (UPS en inglés).
- D ). Sistemas de Generación combinados industriales.

En los incisos A) y B), podemos definir como Planta Eléctrica toda aquella máquina que nos proporcione energía eléctrica de ciertas características, mediante un generador impulsado por un motor primo que transforma un cierto energético en potencia mecánica.

En cuanto a los incisos C) y C'), se refieren a equipos que deben abastecer de inmediato la demanda de cargas críticas y para ello se cuenta con energía almacenada en baterías, efecto volante cinético (ya casi sin uso) u otros medios como equipos independientes conectados permanentemente en paralelo, que al presentarse la falla toman la carga correspondiente.

En estos equipos la importancia de la confiabilidad es básica según veremos más adelante.

Los Sistemas Industriales D) tienen varias formas de aprovechar su generación.

El comportamiento que se espera de los sistemas de suministro eléctrico usual incluyendo los incisos A), B), C) y C') mencionados antes, se describe en la tabla Fig. 1 anexa y en ella se observa tanto la confiabilidad de los sistemas citados como las posibilidades de falla y su duración.

## 2.- UTILIZACION.

Para analizar los sistemas de generación eléctrica descritos, comenzaremos por revisar sus características:

### A) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO .

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía eléctrica para:

- a. Venta y distribución del fluido.
- b. Accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público ó éste es deficiente, insuficiente ó de diferentes características a las que se requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y especificaciones muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetos a una serie de normas y requerimientos gubernamentales para asegurar, no sólo la continuidad y suficiencia del servicio, sino la buena calidad del mismo y detalles que en el presente estudio sería imposible, agotar. Sin embargo, al describir las segundas, se esbosan algunas características y estudios que para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta particular de servicio continuo es aquella en que la operación de la misma se requiere por un período largo, ya sea a plena carga o parcialmente y, dependiendo de esto, las condiciones del calentamiento y desgaste del motor primo, así como, el consumo y aprovechamiento de combustible ó energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí las características COSTO DE GENERACION / KILOWATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

**CARACTERISTICAS DE SUMINISTRO ELECTRICO USUAL**

SISTEMA	SERVICIO	CONFIABILIDAD TMEF (hs) (MTBF)	ORDEN DE TIEMPO DE INTERRUPT. (MTTR)	PERMANENCIA EN SERVICIO	ORDEN DE CAPA- CIDAD Kw	EQUIPO
A) Suministro Normal Gov. o Concesionaria	Continuo (Varias Plan- tas).	200/2000	Minutos/Horas	Años	Millones	Hi D M Te Tu Eo Geo N
B) Gen. Propia	Continuo (Respaldo otra unidad)	500/2000	Minutos/Horas	Años	100-10,000 ó más	Hi D Te Tu
C) Gen Propia	Emergencia	2000/10,000	3-5 seg. ó más (arranque)	Minutos	20 - 500 ó más	D Ga
D) Baterías (c.c) Bats. Ni Cd	Emergencia	9000/50,000 100,000/200,000	0.25 seg.	Minutos	0.1 - 10 (so- lo corr. Cont.)	Bat. Plomo Acido Bat. Alcalina
E) SPI*MGV*	Continuo	6000/8000	- 0 -	Sems.	30 - 75	MG con Volante Planta de Respaldo.
F) SPI* (Off Line)	Emergencia	8000/10,000	0.15	Meses 10-30 min.	0.25-1	Eq. Electrónico+ Batería.
G) SPI* (On Line)	Continuo	15,000/50,000	- 0 -	Meses (Bat. 15 min.)	1-500	Equipo Electróni- co + Batería.(Respal- do Planta).
H) SPI* (On Line) Con redundancia	Continuo (Respaldo)	60,000/100,000 ó más	- 0 -	Meses Bat. 15 min.	1 - 500 (x2 ó x3)	Eq. Eléct. + Bat. (Res- paldo, otros SPI + Planta).

(\* Abreviaturas: SPI - Sistema de Potencia Ininterrumpible MGV = Moto Generador con Volante E= Electrónica

TMEF- Tiempo Medio entre fallas (Hr) (MTBF)

Hi - Hidráulico

D - Diesel

N - Nucleoeléctrico

Te - Termoeléctrico

Ga- Gasolina

Eo- Eólica

Geo - Geotérmica

Tu- Turbina

M - Maremotriz

Fig. 1

CORTESIA DE:

**P SA**

**PROYECTOS INDUSTRIALES, S. de C.V.**

El costo de generación depende del costo de combustibles, vapor, etc., que se consuman y del costo de operación, mantenimiento, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre todos estos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

Respecto al energético empleado, las plantas de servicio continuo se dividen como sigue:

DE COMBUSTIBLE:

Combustoleo	}	Caldera
Carbón		y
Leña		Turbina de Vapor
Gas Natural *		- Turbina de Gas
Gas Licuado		- Turbina y Motor Sist. Otto.
Turbocina		- Turbina de Gas
Diesel *		- Turbina de Gas ó Motor Sist. Diesel.
Gasolina		- Motor Sist. Otto.
Metanol		- Motor Sist. Otto.

\* También hay motor Diesel con Combustible combinado y Turbina de Gas Sistema "Dual".

OTROS ENERGETICOS:

Hidráulico	- Represa/Turbina
Solar	- Celdas Foto-Volt. ó Turbina.
Eólico	- Aeromotor
Geotérmico	- Turbina Vapor
Nuclear	- Caldera/Turbina Vapor
Maremotriz	- Turbina
Otros como Aire Caliente.	- Varios

De los combustibles excepto el Metanol todos son NO RENOVABLES, los demas son RENOVABLES.

## B) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda ó dañe una producción determinada ó porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, pueden considerarse las plantas de emergencia como un Salvavidas. De aquí la importancia de poner una gran atención no sólo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero, todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia está diseñada para operar durante períodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente, al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aún sumádole los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

En otras ocasiones, la operación es más intensa, pero aún así, el diseño de una planta de emergencia es básicamente diferente a la de servicio continuo.

De no hacerse una buena selección, podemos cometer alguna LAMENTABLE omisión en algo que precisa de una verdadera meditación y aplicación de los conocimientos a nivel INGENIERIA con la consecuente RESPONSABILIDAD en ello.

Una planta eléctrica en buenas condiciones debe arrancar en aproximadamente 5 a 10 segs., incluyendo los movimientos del interruptor de transferencia.

Durante este lapso no hay energía en la carga. Si esto afecta, deben considerarse otras soluciones adicionales.

C) SISTEMA DE C.D.

CA-CD. Este es un sistema de almacenamiento en Corriente Directa mediante baterías, que permite la reposición del suministro eléctrico a lámparas incandescentes y para aparatos que aceptan esta corriente, mediante una pequeña interrupción (0.050 - 0.125 seg.) que generalmente es imperceptible para el ojo humano y se utiliza para iluminación de quirófanos en hospitales o de tiendas comerciales ó como indicación de salidas de emergencia, etc.

La reposición de la energía así consumida se hace al volver el suministro normal de CA, mediante rectificadores regulados automáticamente .

C') SISTEMAS DE SERVICIO DE POTENCIA

ININTERRUMPIBLE (SPI)

En los casos en que ciertas cargas críticas se ven afectadas por cualquier interrupción, aunque esta sea de una fracción de segundo, se utilizan los SPI cuyo objetivo principal es eliminar cualquier interrupción en momentos en que desaparezca el suministro normal.

Estos requerimientos generalmente se presentan en cargas menores muy especiales como: Instrumental médico, aeropuertos, computadoras, plantas químicas, comunicaciones, etc..

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad y la aplicación principalmente.

- a) Sistema de Motor Generador con volante (1ª Generación).  
Esto constituyó la primera generación de Sistema Ininterrumpible de Potencia (SPI) con la idea de que por algún momento, el volante acumularía la inercia suficiente durante 3 a 5 seg. para permitir que una Planta Eléctrica arrancará y así recuperar la alimentación faltante, sin embargo la pérdida de velocidad y por lo tanto de frecuencia eléctrica en la corriente alterna, constituyó el mayor inconveniente para equipos tan delicados como computadoras, que no toleran una caída de frecuencia de más de 1% y esto, siempre que la planta de emergencia arrancara con seguridad al primer intento.
- b) Sistemas de motor-generador accionado por un motor de C.D. y un generador de CA pero que además de resul-

tar un equipo muy costoso, requeriría un mantenimiento delicado y una inestabilidad en la frecuencia al variar la carga.

c) Sistema Motor Generador con volante y motor primo.

En este caso se presentan dos soluciones:

- I. Un motor Diesel está acoplado a la misma flecha del conjunto y, mediante un embrague, al faltarle la energía al motor eléctrico, el volante impulsa al motor diesel iniciando así su operación mecánica.
- II. En otra versión el Grupo Moto-Generador-Volante, al haber una falla, impulsa eléctricamente la marcha de una planta de emergencia, sin esperar la secuencia de operación de los reles detectores y sin depender de una batería, reconectándose así el motor eléctrico.

En ambos casos, la confiabilidad de la operación depende del exacto funcionamiento del motor diesel y sus componentes y no hay un medio alternativo de suplir alguna falla. Además estas soluciones son más caras que los sistemas electrónicos y dependen más de un mantenimiento preventivo muy importante y su eficiencia es baja.

d) Unidad Electrónica Convertidor - Batería - Inversor.

En estas unidades hay también varias versiones que deben contemplarse antes de seleccionarla, de acuerdo con las necesidades.

Nos referimos a las más recientes 4ª y 5ª Generación.

Cabe hacer notar que entre los objetivos de estos equipos, está el suministrar.

- Tensión eléctrica limpia y constante .
- Frecuencia estable.
- Aislamientos de los transitorios que hay en la línea.
- Continuidad de la alimentación eléctrica durante falta de suministro.

Y esto se hace indispensable en cargas como:

- Procesamiento de datos en computación.
- Controles industriales.
- Centros hospitalarios (unidades de cuidado intensivo)
- Telecomunicaciones.

- Control de tráfico aéreo y terrestre.
- Señalización y alumbrado de emergencia.
- Varios Otros

Estas unidades están compuestas como se indica en la figura 2.

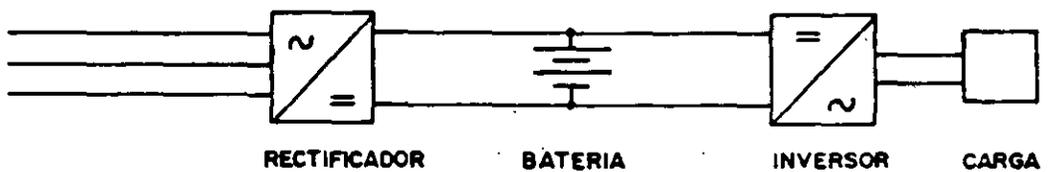
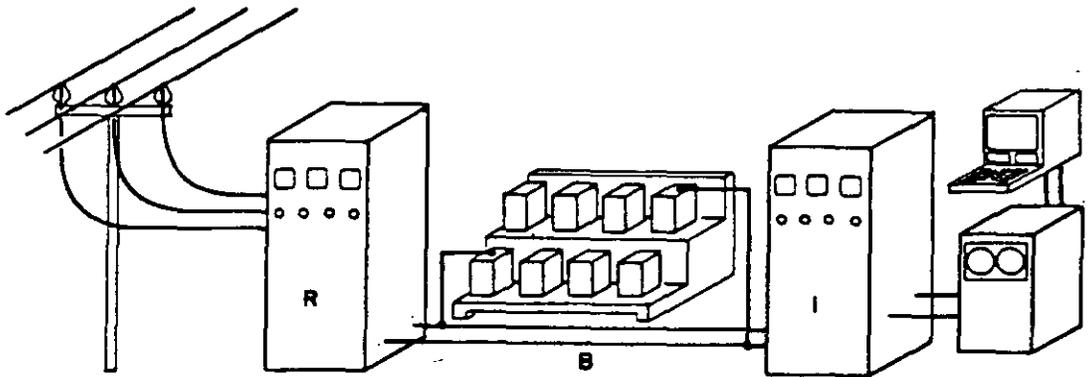


Fig. 2

La alimentación de C.A. sea monofásica o trifásica se transforma en CD mediante un RECTIFICADOR y esta energía se almacena en una batería de voltaje y capacidad adecuados que la mantiene saturada y con carga de flotación.

A su vez, la línea donde se conecta la batería, abastece a un INVERSOR que es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua en corriente alterna (CC-CA).

Este último dispositivo es el que ha venido modificandose para que la conversión de CC a CA sea lo más eficiente, confiable, y de forma de onda, lo más próxima a una senoide.

De los distintos diseños de inversor depende considerablemente la adecuada selección para diferentes aplicaciones.

Cabe hacer notar que las características de una alimentación eléctrica puede presentarse con irregularidades no admisibles para el equipo alimentado (Ver Fig. 3).

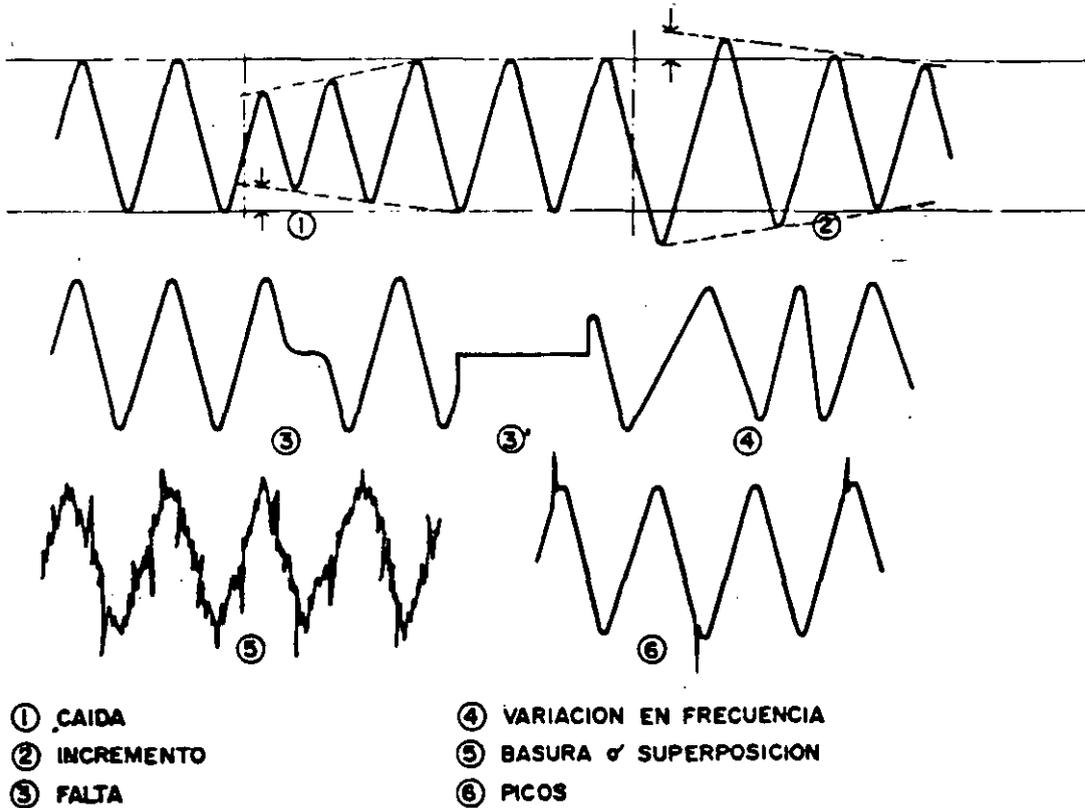


Fig. 3

El equipo que logra dar la mejor característica dentro de las tolerancias aceptables para una carga muy especial, logra calificar dentro de los recomendables para ese uso.

Es de recordarse que, si por ejemplo, en determinado momento se está pasando un programa de computación y este se interrumpe por fracciones de segundo ó considerando que las opera --

ciones dentro de la electrónica se hacen a velocidades de nona segs. ó sea millonésimas de segundos, pueden perderse datos ó introducirse errores que hechan a perder totalmente el programa.

Por esta razón es necesario conocer las características de los equipos confiables y dar las soluciones apropiadas.

Por otra parte, como los mismos equipos SPI son susceptibles de falla, se han previsto soluciones que permitan hacerlos confiables.

Un equipo SPI tiene una configuración como se indica, con sus respectivos interruptores de aislamiento y protección. ( Ver Fig. 4 )

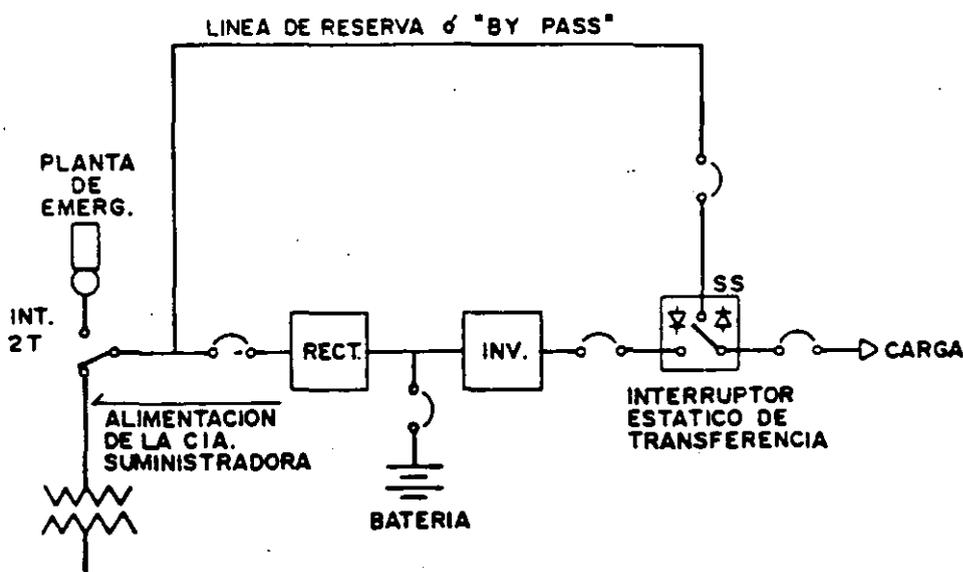


Fig. 4

La operación sobre la marcha permite que, en caso de fallar el equipo SPI ó que se requiera aislarlo para mantenimiento, el interruptor estático de transferencia (SS) permite que sin ninguna interrupción, la carga quede conectada a una línea de reserva o de puente desde el bus de alimentación.

Una configuración redundante que permita todavía una mayor -- protección sería la siguiente.

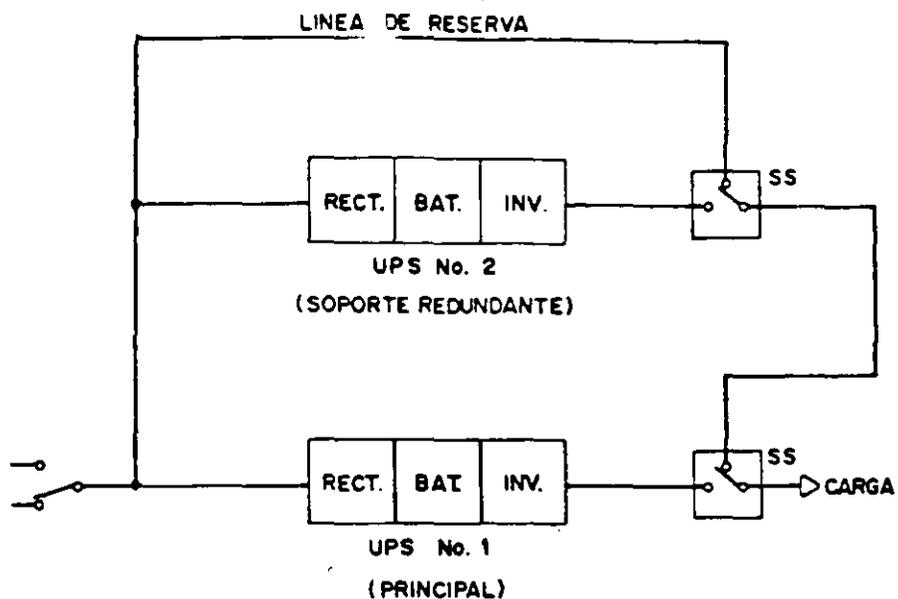


Fig. 5

Configuración 1 de 2

En caso de tenerse más unidades pueden usarse otras configuraciones como la que se indica.

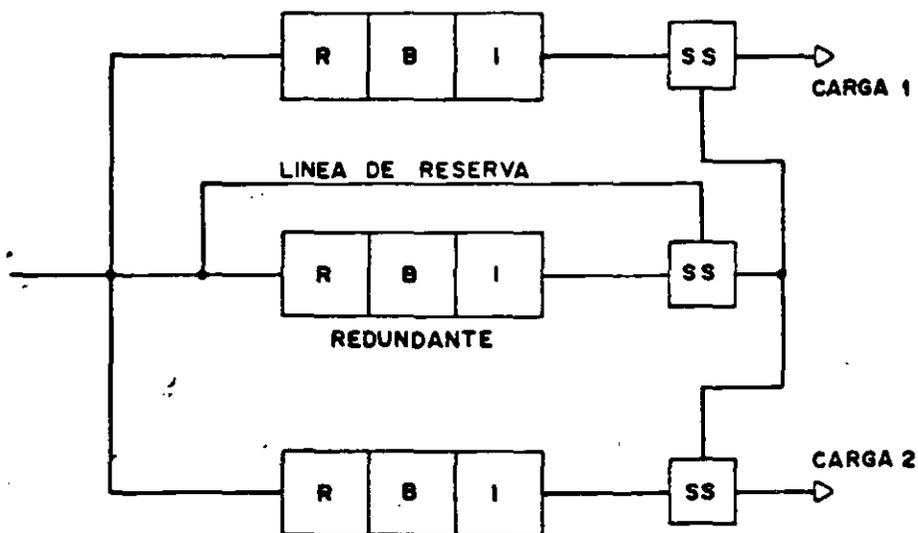
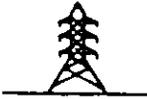


Fig. 6

Configuración 2 de 3

En estas condiciones, la confiabilidad del conjunto de equipos, (que pueden medirse en MTBF ó sea Tiempo Medio entre Fallas), se incrementa considerablemente.

Ejemplo:

			MTBF o TMEF	MTTR o TMDR
	sum	Suministrador	80/100	0.25
	Tr	Transformador	300 000	24
	R	Rectificador	75 000 (10) 50 000 (30)	1 2
	B	Batería	80 000/100 000	2
	I	Inversor	40 000 (10) 25 000 (30)	2 3
	IE	"Switch" Estático	100 000 (10) 50 000 (30)	2 3

TMEF = Tiempo medio entre fallas (h)

TMDR = Tiempo medio de reparación (h)

$$A = \text{Disponibilidad} = \frac{TMEF}{TMEF - TMDR}$$

$$\lambda = \text{Indice de falla} = \frac{1}{TMEF} \quad (1/h)$$

$$\rho = \frac{TMDR}{TMEF} \quad \text{Relación para redundancia}$$

El índice de falla de un conjunto SPI trifásico por ejemplo, es la suma de los índices e falla de sus componentes:

$$\lambda_T = \lambda_R + \lambda_B + \lambda_I + \lambda_{SS} =$$

$$\lambda_T = \frac{1}{50\ 000} + \frac{1}{100\ 000} + \frac{1}{25\ 000} + \frac{1}{50\ 000} =$$

$$\lambda_T = 10^{-6} (20 + 10 + 40 + 20) = 90 \times 10^{-6}$$

o sea que la probabilidades de falla en 1 hora son 90 millo  
nésimos.

$$TMEM = \frac{1}{\lambda_T} = \frac{1}{90 \times 10^{-6}} = 11,111 \text{ h}$$

o sean 15.22 meses = 2.7 años

Esto nos da una idea de la confiabilidad de un equipo similar.

En el caso de varias unidades de SPI combinados la confiabilidad resulta muy alta y podría calcularse en base a las partes comunes y las propias del Sistema y la sola adición de la línea de reserva e interruptor estático aumenta más del doble dicha confiabilidad.

Por ejemplo, con línea de reserva del suministrador SUM. según la figura 7, calculandose el índice de confiabilidad del Sistema y del Suministro paralelo, le agregamos en serie el dispositivo común IE.

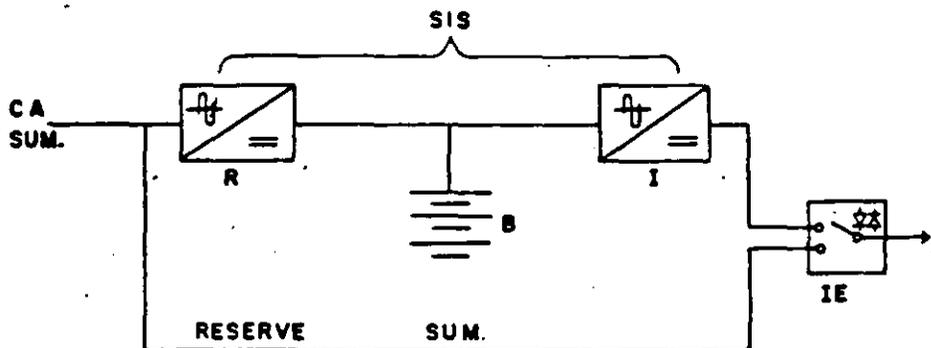


Fig. 7

$$\lambda_T = \left( \frac{1}{\lambda_{sis}} + \frac{1}{\lambda_{sum}} + \frac{1}{\lambda_{sis}} \cdot \frac{1}{\lambda_{sum}} \cdot \frac{1}{TMDR_{sis}} \right)^{-1} + \lambda_{IE}$$

Calculando	{	operación monofásica	TMEF	50 000 h
TMEF para:		operación trifásica		36 000 h

Con dos unidades o sistemas redundantes y un Interruptor estático la confiabilidad nuevamente se incrementa.

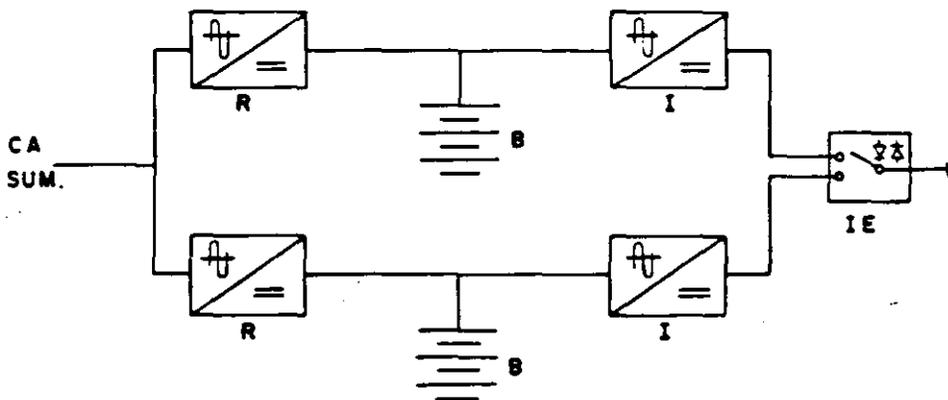


Fig. 8

$$\lambda_T = \left[ \frac{2}{\lambda_{sis}} + \left( \frac{1}{\lambda_{sis}} \right)^2 \cdot \frac{1}{TMDR_{sis}} \right]^{-1} + \lambda_{IE}$$

Calculado	{	operación monofásica	TMEF	99 500 h
TMEF para:		operación trifásica		36 000 h

Como se ve, para cargas muy críticas, debe uno buscar las soluciones adecuadas, de tal modo de correr los menores riesgos posibles.

Como ejemplos de casos muy críticos podemos mencionar el rastreo y control remoto de satélites o naves tripuladas, donde una interrupción de energía o una forma de onda anormal podrían introducir errores que llevarían a resultados fatales la misión planeada al salirse de órbita o perderse su control.

D) SISTEMAS DE COGENERACION, "TOTAL ENERGY" y "NO BREAK" INDUSTRIAL.

Estos sistemas buscan resolver problemas de generación eléctrica a nivel industrial, con fines económicos o de estabilidad y/o aseguramiento de la calidad del producto, etc.

Generalmente se busca generar energía eléctrica y tener algún subproducto adicional o viceversa: derivandose la producción de calor o vapor, etc., obtenerse adicionalmente energía eléctrica para uso propio.

Un caso comun se ilustra en la Fig. 9 en donde se puede ver como ejemplo, que una turbina de gas genera energía eléctrica y sus gases de escape se aprovechan para generar vapor o aire caliente para secado, etc.

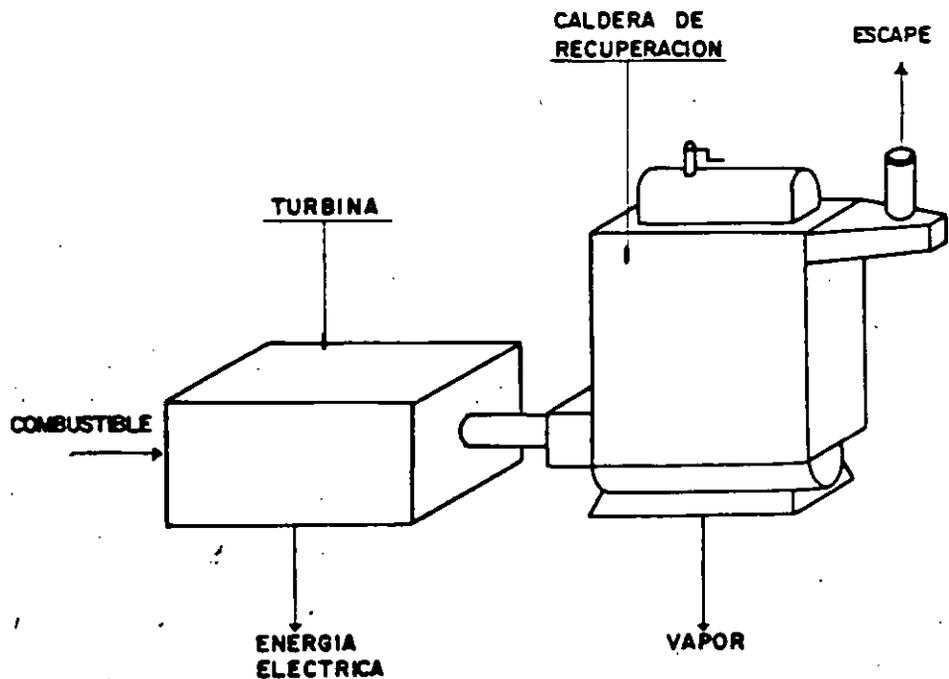


Fig. 9

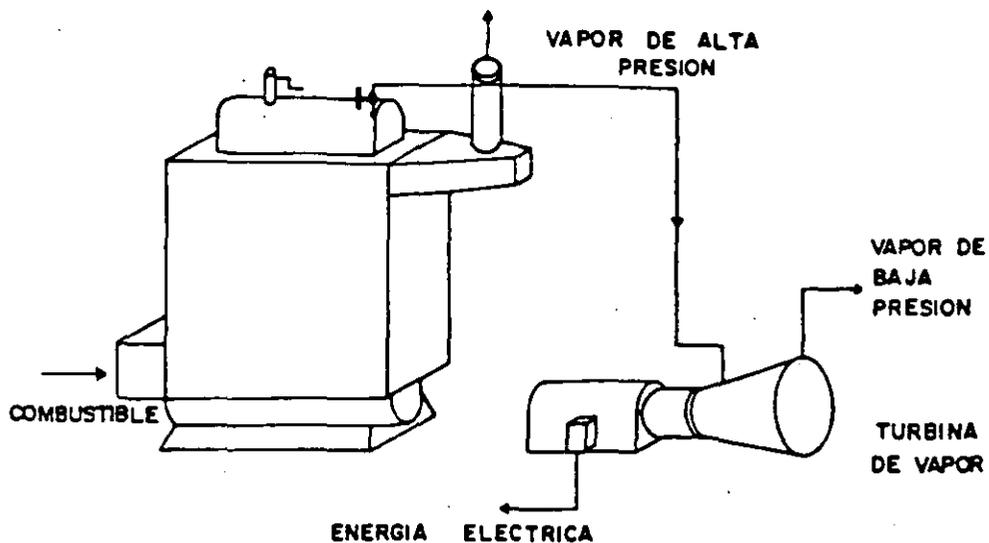


Fig. 10

En la Fig.10 es al revés . Por razones económicas generalmente se genera vapor de alta presión e intercalando una turbina de vapor, se genera energía eléctrica utilizable en los procesos, dejando como subproducto, vapor de baja presión sin necesidad de usar válvula reductora de presión.

El primer caso está aprovechandose cada vez más por la estabilidad en frecuencia y eficiencia total.

Dado que la generación eléctrica de vapor puede tener demandas diferentes en los procesos, generalmente se cuenta con un respaldo eléctrico parcial a través de la empresa pública y también se cuenta con caldera o quemadores adicionales para suplir la falla en vapor o calor, etc.

Ante estas condiciones se busca que los procesos más importantes tengan como alimentación principal la propia generación y como emergencia a la Cía. suministradora mediante circuitos de transferencia automáticos.

Esto daría una interrupción forzada mínima de aproximadamente 0.130 seg. pero, para contar con un Sistema - - "NO BREAK" INDUSTRIAL puede ser factible tener permanentemente conectada las dos alimentaciones (pública y propia) en paralelo. Esto, siempre y cuando se tengan, no solamente los dispositivos de protección como interruptores con relés de potencia inversa, sino al personal idóneo para verificar que la operaciones de sincronización y desconexión se hagan adecuadamente y sin causar perjuicio o variaciones a los demás usuarios del suministro público.  
Ver Fig. 11.

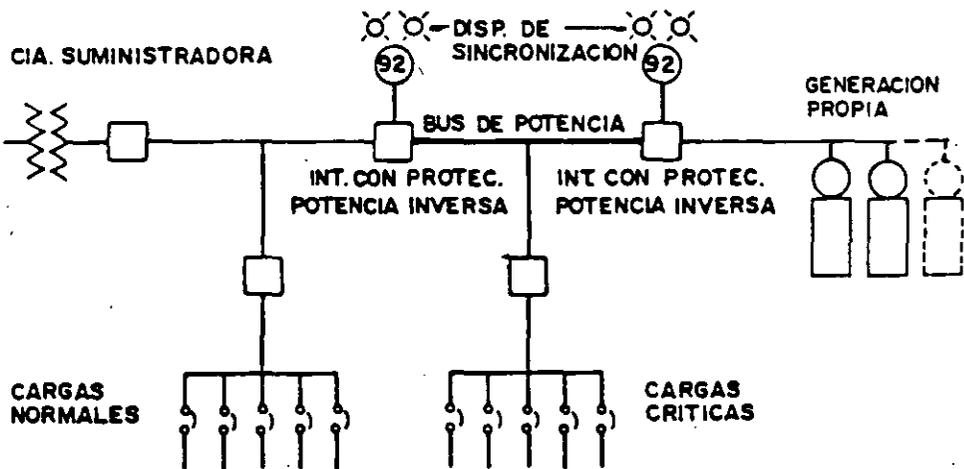


Fig. 11

Ante una situación como se describe la carga crítica puede funcionar sin interrupción como con un SPI ya que, al faltar energía en el suministro normal, este se desconecta automáticamente del Bus de potencia constante y lo mismo, - al fallar la generación propia se desconecta su interruptor dejando las cargas críticas alimentadas con la Cía. suministradora.

### 3.- COMPONENTES DE UNA PLANTA ELECTRICA.

Para conocer los equipos que vamos a seleccionar comenzaremos con las Plantas Eléctricas.

Una Planta Eléctrica, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo
- b) Generador
- c) Controles e interruptor general
- d) Interruptor de transferencia ó doble tiro (para Planta - de Emergencia)
- e) Accesorios

- a) El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideramos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

- b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad escogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), ó sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

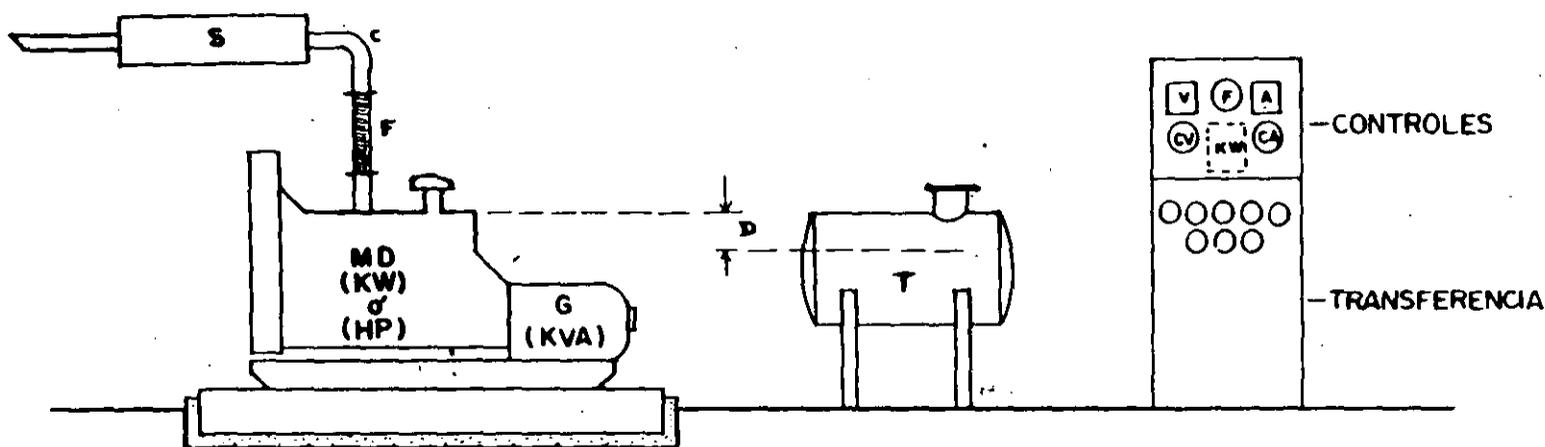
En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz ó sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 RPM con 6 polos. etc.

Esto permite el uso de equipo más compacto.

Para relacionar RPM con frecuencia y Nº de Polos Formula  $N = 20 f/P$



		HP.	KW.	KVA.	FP.	I (Amp)	INT. (Amp)	Cargo Elect. %	Efecto Joule %
0-MSNM	NORMAL	112	75	93	0.8	245	250	100	100
	BAJO FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
	BAJO FP	112	75	136	0.55	349	350	142	203

2250-MSNM

86	60	75	196.5	200
Mismo Motor	Generador 75%			

CAPACIDAD EN SERVICIO CONTINUO =  $\left\{ \begin{array}{l} 85 - \\ 90\% \text{ DE EMERGENCIA.} \end{array} \right.$

CAPACIDAD CON TURBO  $\approx$  10 a 25% MAS QUE CON ASPIRACION NATURAL, Y PERDIDA POR ALTITUD MINOR.

# PISA

PROYECTOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.

---

CONCEPCION BEISTEGUI No. 1402  
C.P. 03020 MEXICO, D.F.  
TELS 687-92-11 687-95-48

INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS -  
FABRICACION DE TABLEROS - SUBESTACIONES  
UNITARIAS - CONVERTIDORES DE FRECUENCIA -  
CONTROLES Y PLANTAS ELECTRICAS

Ref. 840913      821130      K-454-1

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 1800 RPM o sean 4 polos en el generador, pero para aplicaciones de servicio continuo, se recomienda el uso de generadores de 6 u 8 polos, o sean 1200 RPM ó 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute en una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor, Ver gráfica de Pot. (Fig. 13).

### CURVAS DE POTENCIA

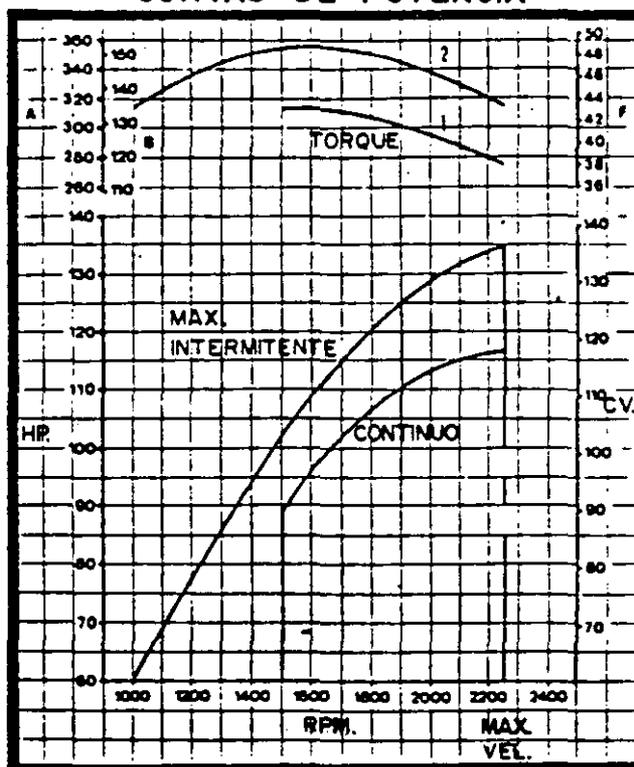


Fig. 13

Por lo mismo, debe tenerse especial cuidado en la selección del equipo, para que corresponda a la mejor inversión, de acuerdo con su aplicación.

También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia ó con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados reduce considerablemente la vida del motor.

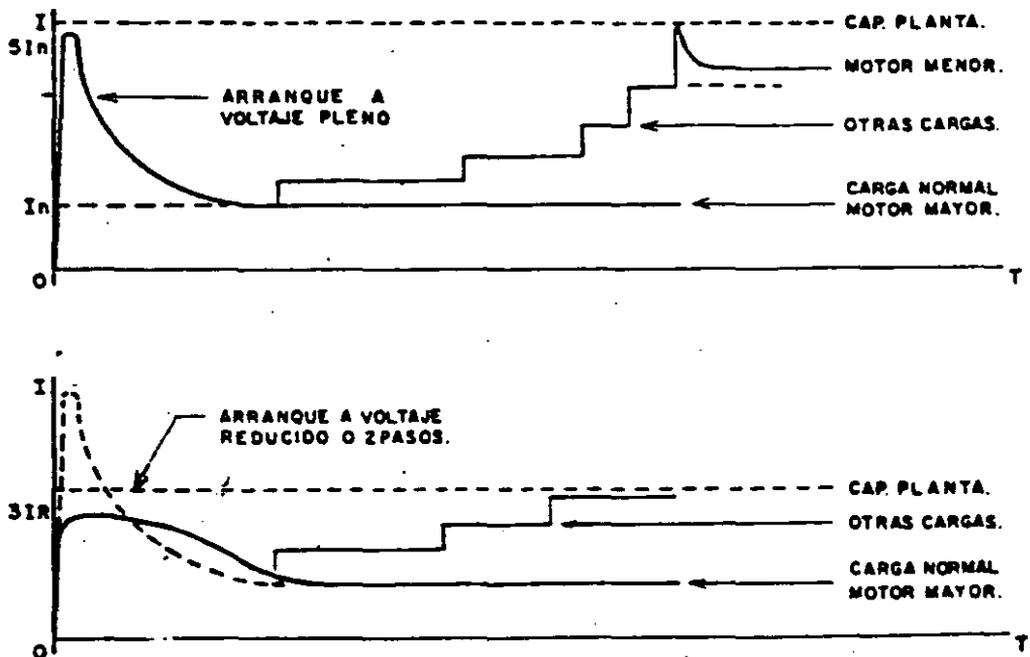
En el caso de motores a gas, su selección depende de la potencia y de otras características, pudiendo usarse motores de ciclo Otto, o sea, con encendido eléctrico por bujías o de ciclo Diesel, o sea, enriqueciendo la mezcla aire - combustible, en cuyo caso, el encendido sigue haciéndose con la inyección de combustible líquido en la cabeza de los cilindros.

#### 4.- SELECCION DE PLANTAS

El punto de partida para seleccionar un motor de combustión interna, es definir la potencia útil que se va a necesitar y en las circunstancias y condiciones del lugar de trabajo.

La potencia que necesitamos en una planta eléctrica, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo. ésto, del tipo de arrancador empleado.

Como ejemplo de lo anterior puede verse en la Fig. 14 la influencia del tipo de arranque en los motores.



Una vez analizado el valor en Kw totales y la secuencia de arranque de los motores más grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha del motor a partir de la potencia eléctrica (en los cables de salida), debe considerarse la eficiencia del generador, que generalmente está entre 95% y 85% y esto ya nos puede llevar a calcular la potencia efectiva requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746} \quad \text{Aproximadamente HPM} = 1.5 \text{ KWG}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento del motor y la velocidad en que va a trabajar.

A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

Ejemplo: En la Cd. de México 2230 m.s.n.m., pérdida aproximada es 22%.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

Consumo en HP del ventilador

Pérdidas en el escape

Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.

Pérdida por temperatura ambiente

Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste. Ver Fig. 15.

GRAFICA QUE ILUSTR LA CORRECCION PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISION

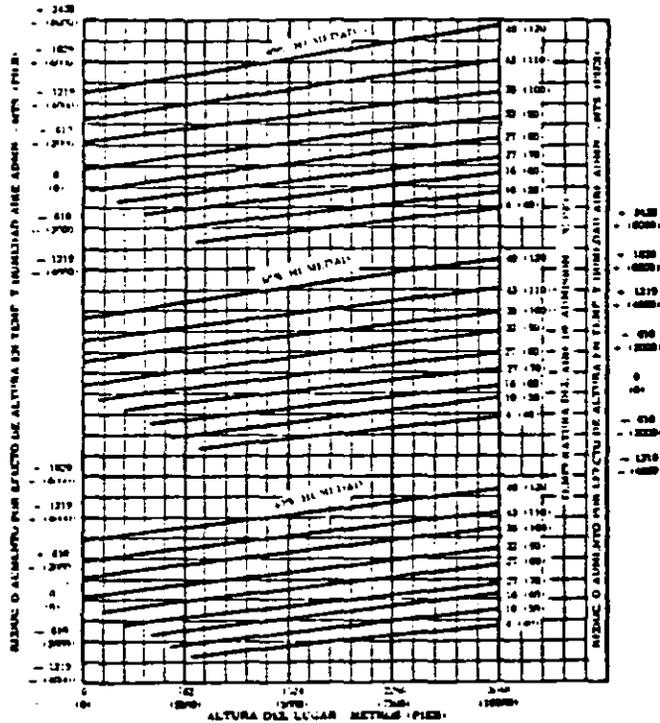


Fig. 15

## GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la potencia en KW que debe entregar el motor y de acuerdo a la frecuencia necesaria y a la velocidad del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal ó sea  $KW/KVA = 0.80$ .

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, ó sea la disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, la disponibilidad de potencia efectiva.

Cabe mencionar, que, con un factor de potencia menor de 0.8, puede sobrecargarse el generador sin que el motor primo se "siente" y por esto debe quedar protegido por el interruptor principal.

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	I (Amp)	INT	Carga Elect.	Efecto Joule %
Normal	112.	75	93	0.8	245	<u>250</u> <i>corr.</i>	100	100
Bajo FP	112	75	114	0.66	296	300 <i>incorr.</i>	121	147
Bajo FP	112	75	136	0.55	349	350 <i>incorr.</i>	142	203

Con FP bajo, siendo igual la potencia mecánica del motor (112 HP), la carga reactiva, provoca en el generador un calentamiento en sus devanados de 147% y 203% o sea un peligro inminente de quemarlos.

El FP bajo debe detectarse y corregirse en su caso pero individualmente en cada motor o carga que tenga bajo FP y no en conjunto, para que nunca se tenga un FP adelantado.

### I N T E R R U P T O R

Desde luego, para evitar el problema de sobrecarga, el Interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima justa del generador a FP = 0.8.

Aquí la protección contra circuito corto, debe revisarse únicamente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la importancia del sistema.

### C O N T R O L E S

Los controles de la planta pueden ser muy sencillos o llegar a un grado de sofisticación exagerado, pero nos limitaremos a tomar en cuenta lo recomendable.

Primeramente deben considerarse Vóltmetro, Ampérmetro y Frecuencímetro, como unidades elementales para conocer el funcionamiento del equipo y los límites dentro de los cuales pueden trabajar, tanto la máquina generadora como el equipo eléctrico que alimenta.

Un Wattmetro no es indispensable si la máquina trabaja individualmente, pero es esencial si se va a poner a trabajar en paralelo con otra máquina o con la red de suministro.

Para operación en paralelo de dos o más máquinas, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: Ménsula con sincronoscopio o luces de sincronización, vóltmetros dobles, frecuencímetros dobles y de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel, de Reg. de Voltaje y de interruptores generales.

El contador de Horas es necesario para llevar un control de mantenimiento del equipo.

Para la protección del motor primo, es necesario contar con indicadores visuales de presión de aceite, temperatura de máquina y carga de baterías, pero mejor aún, es contar con dispositivos automáticos de paro del motor por falla, o sea cuando la temperatura del motor o la presión del aceite están fuera de sus límites recomendables, éstos deben actuar y dejar alguna indicación de la causa y de ser necesario, también sonar una alarma. Esto en máquinas automáticas es indispensable.

En máquinas de arranque y paro automático, particularmente Diesel además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques diferidos de la marcha, con intervalos de 4 ó 5 segundos, para evitar que la batería se descargue o se dañe antes de lograr el arranque.

En estos casos también es necesario contar con un relé de tiempo de 0 a 5 segs. para diferir el inicio de arranque, cuando falla el suministro eléctrico momentaneamente y vuelve normal rápidamente. Esto evita arranques en falso.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de lo anterior, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.

El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensitivo de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y ésto puede hacerse en dos formas:

- 1°. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2°. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor primo, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad, evitando así carbonización en los inyectores u otras fallas.

### INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Cuando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal y de Emergencia, si falla el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil y con la secuencia de fases adecuada pero que al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso por varias razones, entre ellas, para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo, por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.

La forma de usar el o los interruptores de transferencia o doble tiro se ilustra en la Fig. 16.

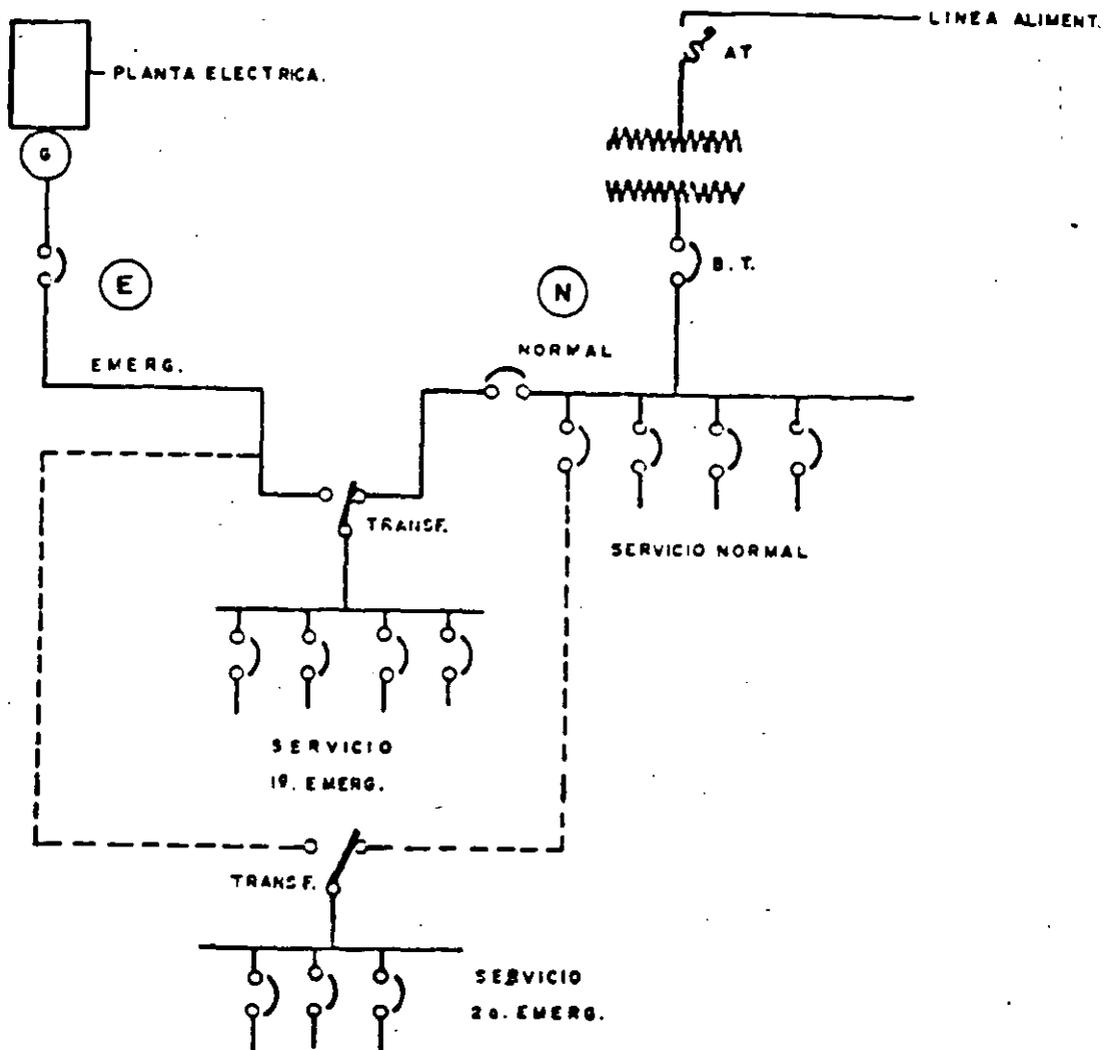


Fig. 16

Si una planta de emergencia tiene sistema automático de arranque y paro, no se concibe que el Doble Tiro sea manual y por consiguiente es necesario un Interruptor Automático de Transferencia que reconozca siempre una alimentación preferente.

Similarmente, si la planta es de operación manual no es necesario transferencia automática.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo, pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0.5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.13 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

### A C C E S O R I O S

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero - los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua máximo).
- Tubo flexible para absorber esfuerzos y las vibraciones entre la máquina y el silenciador. La máquina nunca debe cargar al silenciador ni recibir esfuerzos por la dilatación del calor.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia. En caso de ser muy largo el escape deberá calcularse el diámetro adecuado para reducir pérdida de Potencia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de día de combustible con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso) y un espacio donde se sedimenten agua y basuras, etc.
- Bomba de trasiego (cuando es necesaria).
- Batería y cables de capacidades adecuadas, limpias y bien conectadas.
- Cargador de batería o mantenedor, permanentes.

- Reloj programador para ejercitación semanal automática.
- Interruptores para ejercitación o simulación y mantenimiento, con o sin carga.
- Precalentadores de aire para lugares muy fríos.
- Calentador de agua para disminuir la viscosidad del aceite y facilitar el arranque.

#### 4.- SELECCION.

Como se vé, la selección de un equipo para generación eléctrica de servicio continuo o emergencia, no debe dejarse en manos inexpertas y es de aconsejarse que se haga un estudio para cada caso, ya que puede considerarse que los equipos eléctricos y las plantas son como un traje a la medida.

En cuanto a los otros equipos, particularmente los Sistemas de Potencia Ininterrumpible, requieren mayor atención y estudio para su selección en relación a la carga que alimentan y es conveniente recurrir a la asesoría de expertos

#### 5.- IMPORTANCIA DE:

##### a) BUENA INSTALACION:

Los equipos descritos antes requieren de un lugar adecuado para su instalación.

No conviene que se dejen en lugares poco ventilados o de difícil acceso, que dificulte la revisión o reparación de los mismos.

Frecuentemente sucede que en edificaciones ya construídas, no se encuentra un lugar que satisfaga todos los requerimientos de una buena instalación y, entonces conviene buscar ciertas soluciones alternas.

- 1.- Si por ejemplo. para una planta eléctrica no se encuentra buena ventilación en el lugar seleccionado o el radiador no puede desalojar todo el aire necesario (succión y descarga), puede emplearse un intercambiador de calor en la planta y llevarse el radiador a otro lado, instalándole ventilador eléctrico accionado por la misma planta o usarse una torre de enfriamiento.

- 2.- Otro ejemplo es que, cuando el ruido molesta demasiado, puede pensarse en confinar el equipo entre paredes, pero deben dejarse entradas y salidas adecuadas para ventilación en forma de laberinto, con tratamiento acústico para que no se salga el ruido por ellas. Igualmente cuando se tiene protecciones de intemperie, puede requerirse una solución semejante.
- 3.- En los casos de los SPI que utilizan baterías plomo-ácido, se requiere una ventilación muy especial ya que la gasificación de las mismas es peligrosa, pues se desprende Hidrógeno y Oxígeno en las proporciones precisas de una mezcla explosiva.
- 4.- Se recomienda que los conductores eléctricos sean los más cortos posibles para evitar caídas de voltaje y costo excesivo, de modo que deberá estudiarse la mejor localización tanto del equipo generador como de los interruptores de transferencia en el caso de plantas de emergencia.
- 5.- Los equipos pesados requieren de maniobras importantes por lo que deberá buscarse que, en esos casos, la instalación del equipo este en el mismo piso donde llegue el transporte y lo más cerca posible a ese lugar, sin sacrificar lo señalado en el punto anterior.

En general, la instalación de los equipos es algo que deberá estudiarse y solucionarse en cada caso.

#### b) OPERACION.

La operación de los equipos electrógenos en general requieren, de acuerdo con el Reglamento y Normas aplicables, de personal idóneo y capacitado para tal objetivo.

Deberán además dejarse instructivos entendibles y fáciles de localizar para aquellos casos en que, por emergencia, alguien más deba operar tal equipo, pues no se concibe que, siendo estos servicios de generación eléctrica para casos de emergencia o continuidad importante, una falla simple interrumpa el servicio.

Siendo obligación para los fabricantes proporcionar las instrucciones para operar adecuadamente un equipo, al adquirirlo deberá verificarse su entrega.

### c) MANTENIMIENTO:

Si la operación de un equipo electrógeno requiere de personal idóneo, con mayor razón, es necesario contar con personal técnico capacitado y disponible para reparaciones, pero también, para mantenimiento preventivo que reduce las fallas de emergencia .

Es aconsejable recurrir a empresas responsables de servicio, que garanticen el suministro de refacciones y la atención a llamados en caso de emergencia preferentemente las 24 Hs. del día y los 365 días del año.

### FALLAS FRECUENTES EN PLANTAS ELECTRICAS

1. Interruptor principal desconectado.
2. Sistema de arranque en posición manual o desconectado.
3. Acumulador con carga baja o en mal estado.
4. Arranque muy pesado, frío o suciedad.
5. Falta de combustible  
o válvulas cerradas  
o filtros sucios  
o burbujas en el sistema.
6. Toma de aire obstruido o filtros sucios.
7. Falta de excitación o no genera el equipo.
8. Falta de agua.
9. Cables en mal estado  
o conexiones flojas.
10. Dispositivos automáticos dañados o desconectados.

NOTA: Para selección de Plantas Eléctricas, ver Tabla e Instructivo en hoja 34 y 35.



**INSTRUCTIVO DE PROYECTOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.**  
**RELATIVO A SELECCION DE PLANTAS ELECTRICAS**

Fecha Febrero 1970  
 Ser. TECNICA  
 Hoja T-1.1

Substituye a la(s) hoja(s) \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_

**TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. D.**

GENERADORES COMPACTOS.		5% DE CAIDA DE VOLTAJE.												25% DE CAIDA DE VOLTAJE.			40% DE CAIDA DE VOLTAJE.		
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE		ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE		ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE		ARRANQUE CON COMPENSADOR					
				80%	65%				80%	65%				80%	65%				
KVA.	KW.																		
3.75	3	—	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	2							
6.25	5	—	—	—	1	1	2	2	1	2	2	3							
9.4	7.5	—	—	—	2	1.5	2	3	2	2	3	5							
12.5	10.0	—	—	—	2	1.5	3	3	2	3	3	5							
18.7	15	—	—	1	3	3	3	5	3	3	5	12.5							
26.0	20	—	—	1.5	3	3	3	10	5	5	10	15							
31.3	25	1	1.5	2	5	5	7.5	10	5	7.5	12.5	15							
37.5	30	1	1.5	2	7.5	5	10	15	7.5	10	15	20							
50	40	1.5	2	3	10	7.5	12.5	20	10	12.5	20	30							
62.5	50	2	3	3	12.5	10	15	25	12.5	15	25	30							
75	60	2	3	5	15	12.5	20	25	15	20	30	40							
93.8	75	3	3	5	20	15	20	30	20	25	30	50							
125	100	3	5	7.5	25	20	30	40	25	30	50	75							
156	125	5	7.5	10	30	25	40	60	30	40	60	75							
187	150	5	7.5	12.5	40	30	50	75	40	50	75	100							

**TABLA 2. CORRIENTE Y POTENCIA APROX. QUE TOMAN LOS MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA.**

POTENCIA EN KW	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
	KW A PLENA CARGA	EVA. A PLENA CARGA	AMPERE A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION E INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE ARRANQUE NORMAL Y EVA. NORMALES DE ARRANQUE	
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO	EVA.	AMPES.	EVA.	AMPES.
1/2	5	8	3.5	21	2.5	12.5	77	20
1	10	14	6.5	37	4.5	20	12.5	33
2	19	24	11.0	63	9.0	41	17.0	48
3	28	37	17.0	97	12.5	66	17.0	48
5	45	60	27	15.6	20.0	90	28.8	78
7 1/2	6.6	9.1	37	21	25.0	140	43	112
10	8.8	11.0	50	29	37.0	167	55	144
15	13.0	15.0	39	39			65	220
20	17.2	20.0		52			110	290
25	21.4	24.5		64			135	352
30	25.6	29.0		76			160	420
40	34.6	39.4		103			217	570
50	43.2	47.8		128			264	690
60	50.0	56.3		156			328	850
75	62.8	71.0		196			390	1020
100	83.0	93.0		244			511	1340

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES SI DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MITAD DE LOS INDICADOS.

FORMULA:

Ing. Ordóñez

Vo.Bo.

APROBO:

Ing. Sergio Ordóñez Lez



Substituye a la(s) hoja(s) \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos. Más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque.

Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Auméntense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

FORMULADO:

Ing. Ordóñez

Vo Bo.

APROBADO:

Ing. Sergio Ordóñez Lezaola



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD:II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**INSTALACIONES ESPECIALES**

**ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA**

## INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

### INTRODUCCION:

EL FIN ÚLTIMO DE TODA OBRA QUE SE PROYECTA Y REALIZA, ES PRESTAR UN SERVICIO EFICAZ Y EFICIENTE. ESTAS METAS SÓLO PUEDEN ALCANZARSE MEDIANTE EL EQUILIBRIO DE TODOS LOS COMPONENTES, SISTEMAS Y SUBSISTEMAS QUE INTEGRAN EL CONJUNTO Y LO HACEN FUNCIONAL Y ECONÓMICO A LO LARGO DE SU VIDA ÚTIL.

LOS SISTEMAS DE "COMUNICACIONES AUDIO VISUALES", (ASÍ DENOMINADOS EN FORMA GENÉRICA) FORMAN PARTE DE ESE CONJUNTO Y DEBEN PLANEARSE - OPORTUNAMENTE CON UNA ADECUADA VISIÓN DEL FUTURO, HABIDA CUENTA DE LA NATURAL VARIACIÓN Y EXPANSIÓN DE DEMANDAS Y NECESIDADES, Y DEL ACELERADO PROGRESO TECNOLÓGICO QUE ESTAMOS VIVIENDO.

EN ESTA SESIÓN, HABREMOS DE CUBRIR LOS ASPECTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ESTE TIPO, QUE CON MAYOR FRECUENCIA SE PRESENTAN EN LOS EDIFICIOS, CUYA IMPORTANCIA NO PUEDE SOSLAYARSE YA QUE CONSTITUYEN LOS "SENTIDOS" QUE PERMITEN LA OPERACIÓN EFICAZ DEL CONJUNTO.

LAS INSTALACIONES MÁS COMUNES EN EDIFICIOS SON:

#### 1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

- A) TELEFÓNICAS Y DE INTERCOMUNICACIÓN  
EXTERNAS  
INTÉRNAS
- B) ELECTROACÚSTICAS ( SONORIZACIÓN )
- C) DE TELEVISIÓN
  - ANTENAS COMUNALES
  - CIRCUITO CERRADO
- D) DE SEÑALIZACIÓN.

## 2.- ALARMAS

- A) CONTRA INCENDIO
- B) CONTRA ROBOS Y ASALTOS

## 1.- INSTALACIONES DE COMUNICACION:

### CONSIDERACIONES GENERALES

EN PRIMERA INSTANCIA Y DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO, DEBE PROCEDERSE A LA DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES - PRESENTES Y FUTURAS PARA TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIÓN QUE PUEDEN INTERVENIR, A FIN DE NO INCURRIR EN DUPLICIDADES U - OMISIONES.

EN MUCHOS CASOS EL ESTUDIO INTEGRAL DE NECESIDADES, PUEDE MOSTRAR QUE ES POSIBLE RESOLVER CONJUNTAMENTE LAS INSTALACIONES DE TELÉFONOS E INTERCOMUNICACIÓN YA QUE AMBOS EN ESENCIA SON PARA COMUNICACIÓN, Y SE DIFERENCIAN SOLAMENTE EN QUE LAS PRIMERAS, TRADICIONALMENTE SE HAN CONCEPTUADO COMO INSTALACIONES PARA COMUNICACIÓN EXTERNA AL EDIFICIO O UNIDAD FÍSICA Y LAS SEGUNDAS COMO INSTALACIONES SÓLO PARA SERVICIO INTERIOR.

LA REALIDAD ES QUE EN MUCHAS OCASIONES, AMBOS SERVICIOS PUEDEN RESOLVERSE CON UN SÓLO SISTEMA.

EN OTRAS OCASIONES, ES INDISPENSABLE MEZCLAR O INTERCONECTAR SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA CON ELECTROACÚSTICOS - PARA VOCEO, O CON CIRCUITOS DE TELEVISIÓN, ETC.

EN OTRAS PALABRAS, ES CADA DÍA MAS CIERTO QUE LOS SISTEMAS - DE COMUNICACIÓN, ALARMA Y CONTROL DEBEN SER DISEÑADOS Y EJECUTADOS INTEGRALMENTE PARA CADA CASO ESPECÍFICO Y QUE EN UN FUTURO PRÓXIMO DEBERÉMOS TRATAR CON SISTEMAS CENTRALIZADOS Y COMPUTARIZADOS.

EN NUESTRO MEDIO AÚN EXISTE UNA GRAN RESISTENCIA A ESTAS SOLUCIONES INTEGRALES, DEBIDO A LA INTERVENCIÓN CASI OBLIGADA

DE DIVERSAS EMPRESAS PROVEEDORAS, CONSTRUCTORAS, Y OPERADORAS DE LOS SISTEMAS QUE POR RAZONES DE CONVENIENCIA O LIMITACIÓN TÉCNICA NO FACILITAN LAS SOLUCIONES Y ENTORPECEN CON NORMAS RÍGIDAS LA POSIBILIDAD DE MEJORES SOLUCIONES. ÉSTAS LIMITACIONES SÓLO SE EVITAN CUANDO EL DIRECTOR DEL PROYECTO CUENTA CON CONOCIMIENTOS TÉCNICOS Y REGLAMENTARIOS SUFICIENTEMENTE AMPLIOS QUE LO REVISTAN DE LA CAPACIDAD NEGOCIADORA NECESARIA PARA LOGRAR LAS MEJORES SOLUCIONES.

DADO QUE SE TRATA DE RESOLVER INTEGRALMENTE, SE DEBEN DETERMINAR LAS NECESIDADES Y ALCANCES DE LOS SERVICIOS, PARA POSTERIORMENTE PROCEDER A ESTUDIAR LAS SOLUCIONES APLICABLES.

LA DETERMINACIÓN CORRECTA DE LAS NECESIDADES SIGNIFICA CONOCER: USO DEL EDIFICIO, USOS ESPECÍFICOS POR ÁREAS, DENSIDAD DE POBLACIÓN FIJA Y FLOTANTE, TIPO DE SERVICIO QUE PRESTARÁ CADA ÁREA O DEPENDENCIA, CONDICIONES RESTRICTIVAS Y DE SEGURIDAD, ÁREAS DE ALTO RIESGO, ETC.

CON ESE CONOCIMIENTO, Y EN FUNCIÓN DE LOS PROGRAMAS ARQUITECTÓNICOS DEFINIDOS, Y DEL ESQUEMA ORGÁNICO DE LA EMPRESA O ENTIDAD, SE PREPARA UN CUESTIONARIO O MATRIZ QUE PERMITA -- CONSIGNAR LAS NECESIDADES DE CADA ÁREA. (EJEMPLO).

## COMUNICACIONES

## ALARMAS

A R E A	COMUNICACIONES			ALARMAS				OBSERV.
	SUP. M <sup>2</sup>	EXT.	INTER I	SONIDO S	CCTV TV	ROBO AR	INCENDIO AI	
1) DIREC.GRAL.	100	21	1 VA	FM	MONIT.	SI	SI	
SECRETARIA	30	25	- -	FM		--	--	
AUXILIAR	20	1E	1 VA	--		--	--	
2) OFNA.ADMVA.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
CAJA	20	1E1L	- -	--		SI	SI	
CONTAB.	200	5E1L	- -	--		SI	SI	
3) DEPTO.TÉCNICO	30	1L1E	1 VA	MIC	CAM.	--	--	
OF.A1	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF.A2	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF.A3	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	

ESTA MATRIZ, DEBIDAMENTE DISEÑADA CON SUS CLAVES, SUS OBSERVACIONES Y NOTAS, PERMITIRÁ PASAR MEDIANTE DIAGRAMAS SIMPLES DE FLECHAS, BLOQUE, ETC., A LA SOLUCIÓN MÁS FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS.

DE ESTAS SOLUCIONES ESQUEMÁTICAS, SE PROCEDERÍA A PREPARAR PLANOS PRELIMINARES EN LOS QUE DEBEN UBICARSE CON LA SIMBOLOGÍA RESPECTIVA, TODOS LOS SERVICIOS REQUERIDOS, PROCEDIENDO A LA PROPOSICIÓN DE TRAYECTORIAS DE CANALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN MÁS FUNCIONALES, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES SIGUIENTES:

- 1.- LA DISTRIBUCIÓN DEBE HACERSE EN FORMA ESCALONADA Y RADIAL. CADA PUNTO EXTREMO DE DISTRIBUCIÓN, NO DEBE EXCEDER DE 10 SERVICIOS, EN EL CASO DE SERVICIOS TELEFÓNICOS.
- 2.- LA CANALIZACIÓN SE ORIGINA EN EL SITIO ELEGIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE LOS SERVICIOS, O SEA EN EL "DISTRIBUIDOR", Y DE AQUÍ SE RAMIFICA AL O LOS EDIFICIOS Y SALE HACIA EL EXTERIOR PARA HACER EL ENLACE CORRESPONDIENTE.
- 3.- PARA SERVICIOS TELEFÓNICOS, Y PREFERENTEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIONES, DEBEN EXISTIR SIEMPRE EN LAS INSTALACIONES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CAPACIDAD DE CANALIZACIÓN, DE MANERA TAL QUE SIEMPRE SEA POSIBLE Y EXPEDITA LA INTRODUCCIÓN DE CABLES PARA SUSTITUCIÓN DE OTROS DAÑADOS. DE HECHO EN ALGUNOS CASOS DEBE DEJARSE UNA DOBLE TUBERÍA.

### CANALIZACIONES INTERIORES

LOS DIÁMETROS MÍNIMOS A EMPLEAR EN CANALIZACIONES DE TIPO TELEFÓNICO, SON:

EN TUBERÍAS PRIMARIAS VERTICALES U HORIZONTALES, CUYA FUNCIÓN ES INTERCONECTAR REGISTROS DE DISTRIBUCIÓN, LOS DIÁMETROS MÍNIMOS DEBEN SER:

10 - 30 PARES	- - - - -	25 MM
40 - 50 PARES	- - - - -	32 MM
70 - 80 PARES	- - - - -	38 MM
100 - 150 PARES	- - - - -	50 MM
200 - 300 PARES	- - - - -	76 MM

EN TUBERÍAS HORIZONTALES SECUNDARIAS:

1 A 2 PARES	- - - - -	13 MM
3 A 6 PARES	- - - - -	19 MM
7 A 10 PARES	- - - - -	25 MM

CUANDO SE ESTIME QUE EN ESTAS MISMAS CANALIZACIONES DEBERÁN INTRODUCIRSE LÍNEAS PARA SERVICIOS INTERSECRETARIALES, ES INDISPENSABLE QUE LAS TUBERÍAS SEAN DE 25 MM. O DE 32 MM.

LOS REGISTROS DE MURO Y SEGÚN SUS DIMENSIONES Y APLICACIÓN, SE CLASIFICAN COMO SIGUE, Y DEBEN SER ROBUSTOS (LÁMINA No. 18 USG) CON PUERTAS EMBISAGRADAS, CIERRE SENCILLO Y CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CMS. DE ESPESOR; PARA LA COLOCACIÓN DE TERMINALES.

DIMENSIONES (cms)	USO EN LINEAS DE TIPO	NUM. DE PARES EN	
		PLINTOS	EMPALME
56 x 56 x 13	PRINCIPAL	80	600
56 x 28 x 13	PRINCIPAL	40	200
30 x 30 x 13	SECUNDARIA	20	- -
28 x 28 x 13	SECUNDARIA	20	- -
20 x 20 x 13	SECUNDARIA	10	- -
15 x 15 x 13	DE PASO	10	- -
60 x 60 x 60	ACOMETIDAS EN BANQUETAS	--	100
80 x 80 x 80		--	200

NO DEBEN EXTENDERSE TUBERÍAS A MÁS DE 20 M. SIN REGISTROS, NI DEBE HACER MÁS DE 2 CURVAS ENTRE REGISTROS.

LOS REGISTROS DE MURO DEBEN COLOCARSE EN ÁREAS PÚBLICAS A UN ALTURA ENTRE 20 Y 100 CMS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO, PARA FACILITAR SU ACCESO Y ATENCIÓN.

VER GRÁFICAS (1) AL (8) QUE ILUSTRAN SOLUCIONES TÍPICAS DE ALIMENTACIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN, CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS Y LA SIMBOLOGÍA.

#### CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA.

ESTAS SE HACEN PREFERENTEMENTE BAJO BANQUETAS POR QUEDAR MÁS ACESIBLES Y SUJETAS A CARGAS MENORES. LAS CEPAS SE EXCAVAN CON LAS PROFUNDIDADES MÍNIMAS SIGUIENTES:

1, 2 Y 4 VÍAS	55 CMS. ANCHO X 100 CMS. PROF.
6 Y 8 VÍAS	75 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.
10, 12 Y 16 VÍAS	100 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.

PARA LOGRAR UN NIVEL UNIFORME, A PESAR DE LOS CRUCES DE CABLES, - DEBE REFERIRSE LA PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL ARROYO, Y LA PENDIENTE DE 1% MÍNIMO DEBE DARSE HACIA LOS POZOS EN FORMA ALTERNADA.

EN LAS CURVAS NO DEBEN EXCEDERSE DEL 1% DE LA TANGENTE, Y NO DEBE EXISTIR MÁS DE UNA ENTRE REGISTROS O POZOS.

PARA LIBRAR OBSTÁCULOS QUE SE ENCUENTREN AL MISMO NIVEL GENERAL DE LA DUCTERIA, DEBEN PROFUNDIZARSE LOS REGISTROS O POZOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO Y BAJAR EL NIVEL DE TODO EL TRAMO UNIFORMEMENTE, RESPETANDO LA PENDIENTE YA INDICADA.

LA DISTANCIA NORMAL ENTRE POZOS ES DE 50 A 110 M, PERO NO DEBE EXCEDER ESTA ÚLTIMA.

LOS DUCTOS DEBEN ASENTARSE SOBRE UNA CAMA DE ARENA O TIERRA SUAVE SIN PIEDRAS DE 5 CMS. DE ESPESOR, PREVIO APISONAMIENTO DEL FONDO DE LA CEPA, PARA OBTENER UN TENDIDO UNIFORMEMENTE SOPORTADO Y PERFECTAMENTE ALINEADO TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE. CON EL AUXILIO DEL HILO, SE HACEN VERIFICACIONES EN EL TRAMO MÁS LARGO POSIBLE, PERO NUNCA MENOR DE 20 M.

LOS DUCTOS DEBEN ESTAR LIMPIOS INTERIORMENTE Y SE COLOCAN PONIENDO UNA PEQUEÑA PLANTILLA DE MEZCLA EN LA JUNTA, POSTERIORMENTE SE JUNTEA LA UNIÓN CON MEZCLA DE CEMENTO.

LA CORRECTA ALINEACIÓN SE VERIFICA MEDIANTE LOS "BASTONES", CILINDROS DE MADERA CON REGATONES DE METAL DE 87 MM. DE DIÁMETRO Y 30 CMS. DE LONGITUD QUE TIENE UN BASTÓN DE MADERA DE 1.35 M. DE LARGO CON UN TOPOE QUE ASEGURA SU CENTRADO EN LA JUNTA. ESTOS "BASTONES" DEBEN PERMANECER EN LA JUNTA HASTA TERMINAR SU UNIÓN CON LA MEZCLA DE CEMENTO, PARA ASEGURAR QUE LA UNIÓN QUEDE LIMPIA.

AL TERMINAR UN TRAMO DE CANALIZACIÓN, SE VERIFICA LA CONTINUIDAD DE CADA VÍA MEDIANTE UN "CILINDRO MENSAJERO" FABRICADO DE TUBO DE ACERO DE 85 MM. DE DIÁMETRO Y 25 CMS. DE LARGO CON BORDES REDONDEADOS, QUE DEBE TENER ARGOLLAS EN CADA EXTREMO.

ESTE CILINDRO SE PASA DE POZO A POZO CON UN CABLE ROBUSTO Y DEBE ATARSE EN AMBOS LADOS PARA EL CASO DE FALLA DEL CABLE.

LOS POZOS PUEDEN SER DE DOS, TRES O CUATRO BOQUILLAS Y SU CONSTRUCCIÓN SE ILUSTRA EN LAS GRÁFICAS 10, 11 Y 12, PUDIENDO SER NECESARIOS POZOS DE FIGURA ESPECIAL QUE EN ESENCIA SE DESARROLLAN CON EL MISMO CRITERIO CONSTRUCTIVO.

LOS POZOS COMO SE INDICA EN LA GRÁFICA 10 PUEDEN SER DE TRES TAMAÑOS Y SU USO ES EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE VÍAS QUE RECIBE:

CHICO:	2 VÍAS
MEDIANO:	4 A 8 VÍAS
GRANDE:	MÁS DE 8 VÍAS

#### CABLEADOS TELEFONICOS:

ESTA CLASE DE CABLEADOS SE APLICAN TANTO EN LAS INSTALACIONES TELEFÓNICAS COMO EN UNA GRAN MAYORÍA DE LAS DE INTERCOMUNICACIÓN.

DE HECHO, DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO TODO SISTEMA QUE USE CONMUTACIÓN Y RECEPTORES TRANSMISORES QUE OPEREN BAJO PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ES UN SISTEMA TELEFÓNICO. EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS EQUIPOS QUE INCORPORAN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, COMO SON AMPLIFICADORES, FILTROS, BLOQUEADORES ETC., ESTOS TAMBIÉN SE ENLAZAN MEDIANTE CABLEADOS DEL TIPO TELEFÓNICO.

LOS CABLEADOS PUEDEN SER EXPUESTOS O VISIBLES O BIEN OCULTOS, POR TANTO SE CUENTA CON CABLES CUYA CONSTRUCCIÓN ES DIFERENTE ENTRE SI Y AD-HOC AL SERVICIO QUE DEBEN PRESTAR.

LOS TIPOS MÁS USUALES SON:

- |     |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EKI | CON FORRO DE PVC GRIS, PARA USO INTERIOR EN EDIFICIOS, EN CANALIZACIONES Y EVENTUALMENTE EXPUESTO, SU CONSTRUCCIÓN ES MULTIFILAR DE ALAMBRES AISLADOS CON PVC, ARREGLADOS EN PARES IDENTIFICABLES, EN CALIBRE 26 AWG (0.40 MM), EN 10,20,30,50,70 Y 100 PARES. |
| EKE | CON FORROS DE POLIETILENO NEGRO, PARA USO EN EXTERIORES Y DE MISMAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN ELÉCTRICAS QUE EL EKI, PERO TAMBIÉN SE CONSTRUYE EN CALIBRE 24 AWG (0.51 MM) EN 150, 200 Y 300 PARES.                                                      |

EKD ES UN CABLE CON AISLAMIENTO DE PVC Y FORRO DE PLOMO PARA USOS ESPECIALES (ENTRE PLANTA Y DISTRIBUIDOR EN CENTRALES) Y SE FABRICA EN 100, 200 Y 300 PARES CALIBRE 26 AWG.

ASP ES UN CABLE SIMILAR AL EKE, CON UN CABLE DE ACERO INTEGRADO AL FORRO QUE SIRVE PARA SOPORTARLO EN LÍNEAS AÉREAS. SE CONSTRUYE EN CALIBRE 26 AWG DE 10 A 100 PARES, EN CALIBRE 24 DE 10 A 50 PARES Y EN CALIBRE 22 DE 10 A 50 PARES.

EL CÓDIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN, SE ILUSTRA EN LA GRÁFICA (9).

LA INSTALACIÓN DE CABLES TELEFÓNICOS DEBE HACERSE CON GRAN CUIDADO, EVITANDO FRICCIONES Y TENSIONES EXCESIVAS QUE PUEDEN DETERIORAR EL FORRO O ROMPER HILOS, ESTA ES LA RAZÓN POR LA QUE LAS CANALIZACIONES SIEMPRE PARECEN EXAGERADAS EN SECCIÓN.

EN LA DISTRIBUCIÓN, SE USAN LOS CABLES MULTIPARES PARA LÍNEAS PRINCIPALES EN LAS QUE EL NÚMERO DE SERVICIOS A CONDUCIR LO JUSTIFICA, EN LA DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS A LOS APARATOS INDIVIDUALES, SE UTILIZA: UN CONDUCTOR TORZAL EN 2 Ó 3 HILOS CALIBRE 22 AWG DENOMINADO "JUMPER" PARA TUBERÍAS CONDUIT O BIEN UN CORDÓN PARALELO DE 2 Ó 3 HILOS CUANDO SE TRATA DE INSTALACIONES EXPUESTAS O MURALES.

EN LOS REGISTROS GENERALES A QUE YA HEMOS HECHO REFERENCIA, SE INSTALAN TABLILLAS TERMINALES DENOMINADAS PLINTOS QUE CUENTAN CON UNA PATA POSTERIOR PARA SOLDAR Y DOS TORNILLOS FRONTALES PARA PUNTEAR. EN ÉSTOS PLINTOS SE LLEVA A CABO LA DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS Y PERMITEN HACER LAS PRUEBAS DE LÍNEAS.

## CANALIZACIONES PARA OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES.

EN EL CASO DE INSTALACIONES PARA SONIDO, T.V. ALARMAS, ETC., NO EXISTEN NORMAS DE CANALIZACIÓN DEFINIDAS, PERO LOS CRITERIOS A SEGUIR SON CONSISTENTES CON LOS YA EXPUESTOS.

11

- 1) DEBE ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DEL CABLE O CONDUCTOR ALOJADO.
- 2) DEBE PERMITIR LA FÁCIL INTRODUCCIÓN O EXTRACCIÓN SIN QUE SUFRA DAÑOS.
- 3) DEBE SER ESTANCO A LA HUMEDAD, POLVO, ROEDORES, ETC.
- 4) LA INSTALACIÓN DEBE RESOLVERSE TOMANDO EN CUENTA LOS RIESGOS A QUE ESTA EXPUESTA LA CANALIZACIÓN, COMO SON CARGAS MECÁNICAS, GOLPES, INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA ETC.
- 5) CUANDO SE TIENE DUDA RAZONABLE DE LA COMPATIBILIDAD DE INSTALACIONES, O POR OTRA CAUSA, LA CONSULTA AL ESPECIALISTA ES INDISPENSABLE.
- 6) DEBEN EVITARSE LAS TRAYECTORIAS TORTUOSAS Y POCO CLARAS Y LOS REGISTROS DEBEN SER SÓLIDOS, AMPLIOS Y ACCESIBLES YA QUE TODAS LAS INSTALACIONES ESPECIALES REQUIEREN ALGÚN TIPO DE ACCESORIOS EN LOS REGISTROS ADEMÁS DE LAS TABLILLAS DE TERMINALES, COMO SON: DERIVADORES, AMPLIFICADORES, TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIA, RELEVADORES AUXILIARES ETC.
- 7) EL DIMENSIONAMIENTO DEBE HACERSE CON EL CONOCIMIENTO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CABLES QUE SE EMPLEAN.

AUDICION AL AIRE LIBRE

LA POTENCIA ACÚSTICA DE LA VOZ HUMANA ES MUY PEQUEÑA EN UNA CONVERSACIÓN NORMAL, LA VOZ MASCULINA TIENE UNA POTENCIA MEDIA DE 34 UW Y LA FEMENINA DE 19 UW. SI TODOS LOS HABITANTES DEL DISTRITO FEDERAL (10 MILLONES) HABLARÁN AL MISMO TIEMPO, PRODUCIRÍAN SOLO UNA POTENCIA ACÚSTICA DE UNOS 250 W. LO QUE EXPLICA QUE LA INTELEGIBILIDAD AL AIRE LIBRE SEA YA DEFECTUOSA A UNOS CUANTOS METROS DE DISTANCIA. EL SONIDO PROPORCIONADO POR EL SISTEMA DE SONIDO, DEBE ESTAR DIRIGIDO ADECUADAMENTE POR DOS RAZONES PRINCIPALES:

- A) EL MICRÓFONO O LOS MICRÓFONOS NO DEBEN CAPTAR EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, PUES DE LO CONTRARIO SE PROVOCA UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA.  
PUEDE RESONAR TAMBIÉN A CIERTAS FRECUENCIAS O INCLUSO PUEDE OSCILAR TODO EL SISTEMA A UNA FRECUENCIA DETERMINADA EMITIENDO ENTONCES UN SILBIDO CONTINUO.
- B) EL SISTEMA DE SONIDO NO DEBE CAUSAR MOLESTIAS EN LAS ZONAS VECINAS. ÉSTO IMPONE TAMBIÉN UN LÍMITE A LA POTENCIA DE SALIDA.

AUDICIONES EN LOCALES GRANDES

EN UNA SALA DE GRANDES DIMENSIONES LA DEBILIDAD DE LA VOZ HUMANA ES CAUSA DE LA MALA INTELEGIBILIDAD MAS ALLÁ DE CIERTAS DISTANCIAS, LO MISMO QUE CUANDO SE HABLA AL AIRE LIBRE, DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LAS FRECUENCIAS ALTAS, QUE SON LAS QUE MAS CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD, SUFREN UNA ABSORCIÓN CONSIDERABLEMENTE MAYOR QUE LAS NOTAS GRAVES QUE CONTRIBUYEN A LA POTENCIA SONORA, PERO NO A LA INTELEGIBILIDAD. CONSECUENTEMENTE A CIERTA DISTANCIA DEL ORADOR, EXISTE UN DESEQUILIBRIO CRECIENTE ENTRE LA PARTE ALTA Y BAJA DEL ESPECTRO SONORO, CON NOTABLE PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. LAS NOTAS GRAVES DARÁN LA SENSACIÓN DE QUE LA VOZ LLEGA CON INTEN-

SIDAD SUFICIENTE, PERO LA DEBILIDAD DE LAS NOTAS AGUDAS, HARÁN QUE LA VOZ SEA ININTELEGIBLE, DE AQUÍ, QUE LA FUNCIÓN DEL SISTEMA DE SONIDO NO ES SIMPLEMENTE AMPLIFICAR EL SONIDO, SINO TAMBIÉN, CONSERVAR LA RELACIÓN CORRECTA DEL ESPECTRO SONORO, EN LA ZONA OCUPADA POR EL AUDITORIO. EL SISTEMA DE ALTAVOCES DEBE TENER, POR LO TANTO, CARACTERÍSTICAS DIRECCIONALES ADECUADAS PARA HACER LLEGAR EL SONIDO A LOS LUGARES QUE LO NECESITAN Y TAMBIÉN, COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE, PARA EVITAR QUE EL SONIDO LLEGUE A LOS MICRÓFONOS.

### AUDICION EN LOCALES REVERBERANTES.

SE DICE QUE UN LOCAL REÚNE BUENAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANDO LOS ASISTENTES A UNA CONFERENCIA, A UN CONCIERTO, O A UNA SESIÓN DE CINE SONORO, RECIBEN CON PERFECTA NITIDEZ LA PALABRA Y LA MÚSICA, O SI SE TRATA DE UNA MASA CORAL COMO MÚSICA DE ORGANO, CUANDO EL AUDITORIO SE SIENTE IMPRESIONADO POR LA PLÉNITUD DEL SONIDO Y POR LA MAJESTUOSIDAD DE SU CONJUNTO.

EL ÉCO Y LA RESONANCIA SE ORIGINAN DEL MISMO MODO, LAS ONDAS PROCEDENTES DE UN FOCO O MANANTIAL SONORO SE PROPAGAN EN LÍNEA RECTA EN TODAS DIRECCIONES, CON FRENTE ESFÉRICO Y EN EL MOMENTO EN QUE ALCANZAN A UNA PERSONA PRODUCEN EN SU OÍDO CIERTA SENSACIÓN. SI SE TRATA DE LOCALES CERRADOS, LAS ONDAS SONORAS LLEGAN NO SÓLO A LAS PERSONAS SINO TAMBIÉN A LAS PAREDES, TECHO Y PISO, LOS QUE LAS REFLEJAN Y LAS HACEN LLEGAR DE NUEVO AL AUDITORIO.

CUANDO ENTRE LA LLEGADA DE LA ONDA DIRECTA Y DE LA PRIMERA ONDA REFLEJADA, EXISTE UN INTERVÁLO DE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO O MÁS - - (50 MILISEGUNDOS), SE PERCIBEN DOS SENSACIONES SUCESIVAS COMO SI SE TRATARA DE DOS SONIDOS, ESTE FENÓMENO RECIBE EL NOMBRE DE ECO. EN CAMBIO, DEBIDO A LA ESTRUCTURA DEL OÍDO HUMANO, CUANDO ENTRE DOS ONDAS SUCESIVAS NO TRANSCURRE NI UN VEINTEAVO DE SEGUNDO, SE OYE COMO UN SÓLO SONIDO PROLONGADO, POR ESTA RAZÓN, SE DICE QUE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO ES EL PODER DE SEPARACIÓN DEL OÍDO HUMANO.

EL CONJUNTO DE TODAS LAS SENSACIONES PERCIBIDAS POR EL OÍDO EN UN LOCAL CERRADO PROCEDENTES DE UNA ONDA DIRECTA Y ENTRE LAS CUALES NO HAYA UN INTERVALO MAYOR DE 50 MILISEGUNDOS, CONSTITUYE LA REVERBERACIÓN. ESTA SE MIDE POR SU DURACIÓN QUE ES EL "TIEMPO DE REVERBERACIÓN".

LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE ES DE APROX. 340 M, POR SEG., 50 MILISEGUNDOS CORRESPONDEN A 17 M APROXIMADAMENTE. PARA EVITAR LA FORMACIÓN DEL ECO, LAS DIMENSIONES DE LA SALA Y POR TANTO DEL CAMINO A RECORRER POR LAS ONDAS SONORAS HAN DE SER TALES QUE NO DEBE HABER MÁS DE 17 M ENTRE FRENTE DE LA ONDA DIRECTA Y LA PRIMERA ONDA REFLEJADA. SI BIEN, LA REVERBERACIÓN ES DESEABLE PARA LA AUDICIÓN DE LA MÚSICA, RESULTA PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA, YA QUE EL SONIDO INDIRECTO O SONIDO REVERBERANTE TIENE UN NIVEL DE INTENSIDAD, PRÁCTICAMENTE IGUAL A TODOS LOS PUNTOS DE LA SALA. EN LA FIGURA A Y B SE REPRESENTA EL SONIDO REVERBERANTE POR LA RECTA HORIZONTAL. EL SONIDO INDIRECTO ES ININTELEGIBLE, EL SONIDO DIRECTO DE LA VOZ DEL ORADOR SE DEBILITA RÁPIDAMENTE CON LA DISTANCIA (LA CURVA PD) Y MÁS ALLÁ DE UNA CIERTA DISTANCIA ES YA INFERIOR AL INDIRECTO, EN LAS PRIMERAS FILAS DE LA SALA PUEDE ENTENDERSE PERFECTAMENTE LO QUE DICE EL ORADOR, NO ASÍ EN LAS FILAS DE MÁS ATRÁS. LOS ALTAVOCES DEL SISTEMA DE SONIDO DEBEN TENER UNA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL, DE MANERA QUE EL SONIDO VAYA HACIA LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA Y LO MENOS POSIBLE HACIA LAS SUPERFICIES REFLEJANTES (TECHO Y PAREDES), EL SONIDO DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO ES ABSORBIDO CASI TOTALMENTE POR EL PÚBLICO, LAS BUTACAS, ALFOMBRAS, ETC. DE ESTE MODO SE CONSIGUE QUE EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES REFUERZEN EL NIVEL ÚTIL EN LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA, SIN ELEVAR APRECIABLEMENTE EL NIVEL DE REVERBERACIÓN.

#### AUDICION EN UN AMBIENTE RUIDOSO.

LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA PUEDE SER AFECTADA EN GRAN MEDIDA POR EL NIVEL DE RUIDO, ESPECIALMENTE POR LAS COMPONENTES ESPECTRALES DEL RUIDO QUE CUBREN LA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA

PARTICULARMENTE EN LAS NOTAS ALTAS QUE SON LAS QUE CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD. EL SISTEMA DE SONIDO DEBE POR TANTO, REFORZAR ESTA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA DE MODO QUE SUPEREN EL RUIDO AMBIENTE Y RESTAUREN LA INTELEGIBILIDAD.

SEGÚN LAS CONSIDERACIONES QUE PRECEDEN PODEMOS RESUMIR LOS REQUISITOS DE UN SISTEMA DE SONIDO COMO SIGUE:

- A) EL MICRÓFONO DEBE CAPTAR EL MÍNIMO POSIBLE DE SONIDO PROVENIENTE DE LOS ALTAVOCES Y DE SONIDO INTERFERENTE, REVERBERACIÓN Y RUIDO.
- B) LOS ALTAVOCES DEBEN DIRIGIR EL SONIDO HACIA LOS LUGARES DONDE SE NECESITA, Y EXCLUIRLO EN OTROS LUGARES, TALES COMO DONDE SE ENCUENTRA EL MICRÓFONO Y LAS SUPERFICIES DURAS, ALTAMENTE REFLEJANTES DEL SONIDO.
- C) LAS CARACTERÍSTICAS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA DEBE ESTAR ADAPTADA A LAS CIRCUNSTANCIAS PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS. LA MAYORÍA DE LAS VECES SE REQUIERE LA ATENUACIÓN DE LAS NOTAS GRAVES QUE FAVORECEN LA REVERBERACIÓN. UNA RESPUESTA DE FRECUENCIA PLANA NO ES POR TANTO UNA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE SONIDO.

### EL ORADOR Y EL AUDITORIO.

EN EL CIRCUITO ORADOR-AUDITORIO, INTERVIENEN CUATRO ELEMENTOS PRINCIPALES:

- ORADOR
- EL MICRÓFONO
- EL AMPLIFICADOR
- LOS ALTAVOCES

EL ORADOR

LAS CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ORADOR TOCAN ES A LA INTELEGIBILIDAD SON: UNA BUENA ARTICULACIÓN, UN NIVEL MEDIO DE INTENSIDAD DE VOZ LO MAS CONSTANTE POSIBLE Y UN RITMO APROPIADO. EL SISTEMA DE SONIDO PUEDE ELEVAR EL NIVEL DE INTENSIDAD DE UN ORADOR CON Poca VOZ - Y MANTENERLO CONSTANTE DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, PERO NO PUEDE MEJORAR LA ARTICULACIÓN NI EL RITMO DEL ORADOR, HAY QUE SUBRAYAR, - QUE EL SISTEMA DE SONIDO AYUDA AL ORADOR A HACERSE ENTENDER BAJO CIRCUNSTANCIAS DESFAVORABLES AJENAS A SU CONTROL, PERO NO ES PANACEA PARA LOS MALOS ORADORES, POR OTRA PARTE, HABLAR ANTE EL MICRÓFONO EXIGE UNA CIERTA DISCIPLINA DEL ORADOR, ESTE DEBE TENER EN CUENTA QUE LAS VARIACIONES DE LA DISTANCIA ENTRE ÉL Y EL MICRÓFONO A CAUSA DE SUS MOVIMIENTOS, PRODUCIRÁN VARIACIONES MUY MARCADAS EN EL NIVEL DE SALIDA. OTRO PUNTO IMPORTANTE ES QUE EL SISTEMA ESTÁ DISEÑADO E INSTALADO DE MODO QUE SÓLO LLEGUE AL MICRÓFONO LA VOZ - DEL ORADOR Y NO EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, EL ORADOR APENAS DEBERÁ OIRLOS PERO ESO NO DEBE DE INDUCIRLE A HABLAR DEMASIADO ALTO, CAUSANDOSE SIN NECESIDAD, E INCOMODANDO INCLUSO A LOS OYENTES. SI SE TRATA DE UN LOCUTOR QUE HABLA DENTRO DE UNA CABINA CERRADA, ÉSTA CABINA NO DEBE TENER UN AMORTIGUAMIENTO ACÚSTICO EXCESIVO, ES DECIR PAREDES DEMASIADO ABSORBENTES, EL LOCUTOR SE OIRÁ ASÍ MISMO DEBILMENTE Y DE MODO NATURAL TENDERÍA A HABLAR DEMASIADO FUERTE.

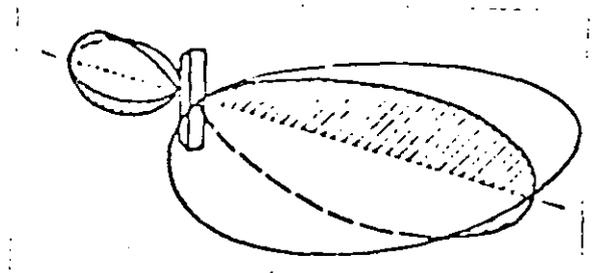
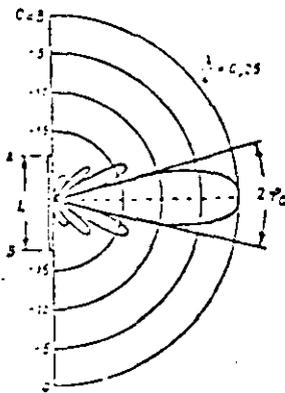
POR OTRA PARTE, UNA CABINA DEMASIADO REVERBERANTE ES MUY PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD, PUES ESTA REVERBERACIÓN ES AMPLIFICADA EN UNIÓN CON LA SEÑAL Y ES DIRIGIDA POR LOS ALTAVOCES HACIA - LOS LUGARES DONDE ES MENOS DESEABLE, OTRO TANTO PUEDE DECIRSE DE LOS RUIDOS, LA CABINA DEBE ESTAR AISLADA CONTRA LOS RUIDOS DEL EXTERIOR.

EL MICROFONO

TODA VARIACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LOCUTOR Y EL MICRÓFONO HACE VARIAR LA POTENCIA DE SALIDA DEL SISTEMA COMO LO INDICAMOS ANTER ?

MENTE, LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO PEQUEÑA SON MENOS IMPORTANTES, PUEDEN SER NEUTRALIZADOS POR UN LIMITADOR DE VOLUMEN EN EL AMPLIFICADOR, MÁS DIFÍCIL ES CONTRARESTAR LOS EFECTOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO GRANDE, ES POR ESO QUE EN LOS TEATROS CON UN ESCENARIO MUY GRANDE EN EL QUE LOS ACTORES HAN DE HABLAR A VECES MUY LEJOS DEL MICRÓFONO, PLANTEAN UNO DE LOS PROBLEMAS ELECTROACÚSTICOS MÁS DIFÍCILES, PORQUÉ ADEMÁS DE LA VOZ DEL LOCUTOR, EL MICRÓFONO CAPTA EL SONIDO REVERBERANTE ( LO QUE IMPLICA SIEMPRE UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA) Y EL RUIDO AMBIENTE. LA RELACIÓN ENTRE EL SÓNIDO ÚTIL Y EL SONIDO REVERBERANTE DISMINUYE A MEDIDA QUE EL LOCUTOR SE ALEJA DEL MICRÓFONO, ADEMÁS, EL SONIDO PERJUDICIAL CAPTADO POR EL MICRÓFONO, ES AMPLIFICADO POR EL SISTEMA Y DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO, CON LO QUE AUMENTA EL EFECTO INTERFERENTE. TODO ESTO OBLIGA A USAR MICRÓFONOS DIRECCIONALES, LOS MÁS EFICACES SON LOS DE CARACTERÍSTICAS HIPERCARDIODE, SU SENSIBILIDAD EN LA DIRECCIÓN PRIVILEGIADA ES DE 6 DB MAYOR QUE LA SENSIBILIDAD MEDIA PARA EL SONIDO DIFUSO Y SU SENSIBILIDAD MEDIA ES DE 12 DB MAYOR EN EL SEMIESPACIO ANTERIOR (FRENTE) QUE EN EL POSTERIOR ( AUDITORIO ) SI SE DESEA UN EFECTO DIRECCIONAL MÁS PRONUNCIADO, HA DE EMPLEARSE UNA COLUMNA DE MICRÓFONO, ES DECIR, UN GRUPO DE MICRÓFONOS IGUALES ALINEADOS VERTICALMENTE. EN LA FIG. C SE REPRESENTA LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL TÍPICA DE UNA COLUMNA DE MICRÓFONOS EN EL PLANO DE SIMETRÍA LONGITUDINAL, ESTE DIAGRAMA ES TAMBIÉN VÁLIDO PARA UNA COLUMNA DE ALTAVOCES. COMO SE VE EXISTE UN LÓBULO PRINCIPAL EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LA COLUMNA, EL SEMI-ÁNGULO DE ABERTURA  $\theta_1$  DE ESTE LÓBULO ES TANTO MENOR CUANTO MÁS LARGA ES LA COLUMNA, Y CUANTO MENOR ES LA LONGITUD DE ONDA. EL DIAGRAMA DE LA FIGURA CORRESPONDE A UNA LONGITUD DE ONDA IGUAL A 0.25 DE LONGITUD DE LA COLUMNA, LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL EN EL PLANO PERPENDICULAR A LA COLUMNA ES LA QUE CORRESPONDE A UN SÓLO MICRÓFONO, ASÍ PUES UNA FORMA DE AUMENTAR LA INMUNIDAD DEL SISTEMA DE SONIDO AL RUIDO Y A LA REVERBERACIÓN, ES EMPLEAR EN VEZ DE UN MICRÓFONO AISLADO UNA COLUMNA VERTICAL CUYO PLANO MEDIO SE HAYA A LA ALTURA DE LAS CABEZAS DE LOS ACTORES.

CUANDO SE HA DE HABLAR EN UN LOCAL MUY RUIDOSO, POR EJEMPLO UNA LA DE MÁQUINAS, PUEDE RECURRIRSE A OTRO ARTIFICIO. LOS MICRÓFONOS HIPERCARDIOIDES Y LOS DE TIPO DENOMINADO DE GRADIENTE DE PRESIÓN, TIENEN LA PROPIEDAD DE QUE SU ESENSIBILIDAD PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS AUMENTA AL DISMINUIR LA DISTANCIA ENTRE EL MICRÓFONO Y LA FUENTE DE SONIDO. SI EL LOCUTOR HABLA MUY CERCA DEL MICRÓFONO Y MEDIANTE UN FILTRO ELÉCTRICO O ACÚSTICO, SE ASEGURA LA RESPUESTA PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS Y EL RESULTADO SERÁ UNA CURVA PLANA, PERO PARA EL RUIDO QUE PROCEDE DE DISTANCIAS MAYORES, LA CURVA CAERÁ BRUSCAMENTE EN LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE SON PRECISAMENTE LAS PREDOMINANTES EN EL RUIDO. LOS MICRÓFONOS BASADOS EN ESTE PRINCIPIO, SE LLAMAN SUPRESORES DE RUIDO Y PERMITEN OBTENER BUENA INTELEGIBILIDAD E INCLUSO CON UN NIVEL DE RUIDO DE 115 DB.



Patrones de radiación de una columna y de un micrófono.

### CURVA DE RESPUESTA

SE HA DICHO YA EN LA PRIMERA PARTE DE ESTAS NOTAS QUE LA CURVA DE RESPUESTA MÁS ADECUADA PARA UN SISTEMA DE SONIDO NO ES PRECISAMENTE LA PLANA, POR DIVERSAS RAZONES SE REQUIERE SIEMPRE UNA MAYOR O MENOR ATENUACIÓN DE LAS FRECUENCIAS BAJAS. UNA PRIMERA RAZÓN PARA HACERLO ASÍ, ES QUE LA INTELEGIBILIDAD DEPENDE PRINCIPALMENTE DE CIERTOS GRUPOS DE FRECUENCIAS ALTAS.

DE UNA MANERA CUANTITATIVA APROXIMADA PODEMOS DECIR QUE LA PARTE DEL ESPECTRO POR DEBAJO DE LOS 600 HZ PROPORCIONA SOLAMENTE UN 25% DE LA INTELEGIBILIDAD, AUNQUE CONTRIBUYE CON UN 70% A LA POTENCIA SONORA TOTAL.

QUE LA PARTE COMPRENDIDA ENTRE 600 Y 7000 HZ PROPORCIONA EL 75% DE LA INTELEGIBILIDAD AUNQUE SÓLO APORTA UN 30% DE LA POTENCIA. UNA SEGUNDA RAZÓN QUE YA HEMOS CITADO, ES QUE LAS FRECUENCIAS BAJAS SON MENOS ABSORVIDAS POR EL AIRE QUE LAS ALTAS, COMO RESULTADO, A MEDIDA QUE AUMENTA LA DISTANCIA ENTRE LOS OYENTES Y LOS ALTAVOCES, LAS FRECUENCIAS BAJAS VAN PREDOMINANDO SOBRE LAS ALTAS CON PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. UNA TERCERA RAZÓN ES QUE LA REVERBERACIÓN ESTÁ INTEGRADA PRINCIPALMENTE POR FRECUENCIAS BAJAS, ESTO SE DEBE EN PARTE A LO QUE ACABAMOS DE DECIR SU MENOR ABSORCIÓN EN EL AIRE, PERO SOBRE TODO A QUE LAS PROPIEDADES DIRECCIONALES DE LOS ALTAVOCES, COLUMNAS, BOCINAS, ETC., SON MUCHO MENOS PRONUNCIADAS PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE PARA LAS ALTAS, POR CONSIGUIENTE - LAS FRECUENCIAS ALTAS SON DIRIGIDAS CORRECTAMENTE HACIA EL AUDITORIO, PERO LAS BAJAS SON IRRADIADAS PRACTICAMENTE EN TODAS DIRECCIONES DANDO ASÍ LUGAR A LA REVERBERACIÓN.

### ALTAVOCES.

UN REQUISITO INDISPENSABLE PARA QUE EL SISTEMA DE SONIDO DE BUENOS RESULTADOS, ES QUE EL PÚBLICO NO PUEDA LOCALIZAR ACÚSTICAMENTE LOS ALTAVOCES, ES DECIR, QUE EN CUALQUIER LUGAR DEL AUDITORIO SE TENGA LA SENSACIÓN DE QUE EL SONIDO PROCEDE DEL ESCENARIO, Y NO DEL TECHO U OTRO LUGAR DONDE SE HALLE UN ALTAVOZ CERCANO. SI LOS ALTAVOCES PUEDEN COLOCARSE CERCA DEL ORADOR LA DIFERENCIA DE DIRECCIÓN SERÁ IMPERCEPTIBLE PARA EL PÚBLICO O DICHO DE OTRO MODO PREDOMINARÁ LA IMPRESIÓN VISUAL QUE TIENDE A LOCALIZAR EL SONIDO EN EL ORADOR, PERO EL PELIGRO DE LA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA IMPIDE COLOCAR EL ALTAVOZ DEMASIADO CERCA DEL MICRÓFONO A MENOS QUE SEA DE ESCASA POTENCIA. CUANDO UN ALTAVOZ ESTÁ SITUADO A DISTANCIA CONSIDERABLE DEL ORADOR ES NECESARIO, HACER IMPERCEPTIBLE SU PRESENCIA POR OTROS MEDIOS.

SE HA COMPROBADO QUE EL OÍDO ESTABLECE LA POSICIÓN DE UNA FUENTE SONORA POR EL PRIMER ESTIMULO QUE RECIBE, DICHO DE OTRO MODO, SI DESPUÉS DE UN PRIMER SONIDO EL OÍDO RECIBE OTROS SONIDOS IGUALES PROCEDENTES DE OTRAS DIRECCIONES, CONFUNDIRÁ ESTÁ SEGUNDA DIRECCIÓN CON LA PRIMERA, INCLUSO, CUANDO EL SONIDO ES POTENTE (AFECTO JAS ), SIN EMBARGO ESTE FENÓMENO OCURRE SOLAMENTE ENTRE CIERTOS LÍMITES. SI EL SEGUNDO SONIDO SUPERA AL PRIMERO EN MÁS DE DIEZ FONOS EL OÍDO LO PERCIBIRÁ DISTINTAMENTE.

EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE EL RETARDO Y LA INTENSIDAD PERMISIBLE, LA SITUACIÓN MAS FAVORABLE SE CONSIGUE CUANDO EL RETARDO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE LOS 10 Y 25 MILISEGUNDOS, ENTONCES ES PERMISIBLE UNA DIFERENCIA DE INTENSIDAD DE HASTA 10 FONOS A FAVOR DEL SEGUNDO SONIDO.

ESTE RETARDO PUEDE OBTENERSE DE UN MODO NATURAL, POR LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEL SONIDO DEL ALTAVOZ Y POR LA VOZ DEL LOCUTOR. PARA LOGRAR EL RETARDO DE 10 O MÁS MILISEGUNDOS LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEBE DE SER DE 3.5 M O MÁS. ESTE SISTEMA ES FÁCIL Y CÓMODO CUANDO SÓLO SE EMPLEA UN ALTAVOZ O UNA COLUMNA.

SISTEMAS DE SONIDOOBJETIVO DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.

UN SISTEMA DE SONIDO COMERCIAL, ES AQUÉL QUE SE APLICA A INSTITUCIONES COMO HOTELES, RESTAURANTES, BARES, HOSPITALES, EDIFICIOS DE OFICINAS, ETC., CUYOS OBJETIVOS PRIMORDIALES SON:

- I MÚSICA DE FONDO
- II LLAMADAS A PERSONAL (VOCEO)
- III AMBOS

DE LO ANTERIOR SE PUEDE CONCLUIR QUE EL SISTEMA NO REQUIERE FORZOSAMENTE ALTA FIDELIDAD, POR LO QUE ES MAS SUFICIENTE CONTAR CON UN EQUIPO CAPAZ DE REPRODUCIR AUDIO FRECUENCIAS DEL ORDEN DE 45 A 14000 HERTZ CON MENOS DE 1% DE DISTORSIÓN TOTAL, A UN NIVEL NORMAL DE OPERACIÓN.

UN EQUIPO COMERCIAL, DEBE SER SENCILLO DENTRO DE LO POSIBLE, PARA QUE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SEAN RELATIVAMENTE SIMPLES EN FUNCIÓN DEL PERSONAL DISPONIBLE, Y DEBE SER ROBUSTO YA QUE POR LO GENERAL OPERA ENTRE 8 Y 16 HORAS DIARIAS CONTINUAS Y EVENTUALMENTE RECIBE TRATOS INCONVENIENTES.

POR LO GENERAL, LOS SISTEMAS NO SON TAN SIMPLES COMO EN OCASIONES PARECEN Y DEBEN RESOLVERSE EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN POR ZONAS COMO SON.

NO TODAS LAS ÁREAS REQUIEREN EL MISMO HORARIO DE SERVICIOS, POR LO QUE DEBEN PREVEERSE CÁNALES O INTERRUPTORES PARA MANEJARLOS INDEPENDIENTEMENTE.

ES POSIBLE QUE SE REQUIERAN PROGRAMAS MUSICALES O VOCEO DIFERENTES EN CADA ZONA, LO QUE OBLIGA A PREVEER AMPLIFICADORES SEPARADOS.

CUANDO EN CIERTA ÁREA SE REQUIEREN AMBOS SERVICIOS, ES IMPORTANTE DECIDIR SI EL VOCEO SE SUPERPONDRÁ A LA MÚSICA DE FONDO A UN NIVEL MAYOR, O SI AL EFECTUAR LLAMADAS, DEBERÁ CORTARSE LA MÚSICA DE FONDO PARA DAR MAYOR INTELIGIBILIDAD A LAS PALABRAS, EN ESTE ÚLTIMO CASO SE REQUERIRÁ UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE, ACTUADO MEDIANTE EL BOTÓN OPERADOR DEL MICRÓFONO DE VOCEO.

LA PRÁCTICA USUAL EN UN SISTEMA COMERCIAL CON MÁS DE 10 BOCINAS, ( POR DECIR UNA CIFRA ) ES DISTRIBUIR LA SALIDA DE AUDIO, MEDIANTE EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, ( 70 Ó 100 VOLTS. ) SALIDA DE LA QUE ESTÁN DOTADOS LOS AMPLIFICADORES COMERCIALES. ESTO PERMITE EVITAR COMPLICADAS CONEXIONES SERIE-PARALELO ENTRE LAS BOCINAS, PARA IGUALAR IMPEDANCIAS ENTRE EL AMPLIFICADOR Y ESTAS.

EN EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, LA CONEXIÓN DE BOCINAS SE HACE EN PARALELO APLICANDO TRANSFORMADORES DE LÍNEA ( PRIMARIO A 70/100 V Y SECUNDARIO EN 4, 8 Ó 16 AHMS ) Y ESTO SIMPLIFICA ENORMEMENTE LOS ALAMBRADOS.

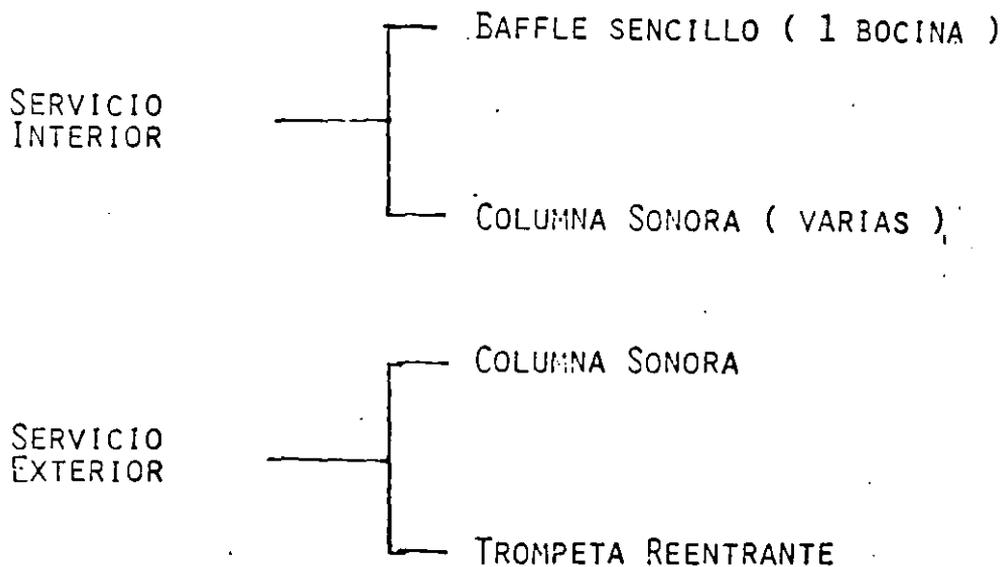
NO OBSTANTE SIEMPRE ES POSIBLE QUE UN TRANSFORMADOR O UN RAMAL DE LA LÍNEA PUEDA SUFRIR UN "CORTO CIRCUITO", ESTO CONDUCE A QUE GRAN PARTE DE LA ENERGÍA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR, SE PERDERÍA Y EL VOLUMEN DE TODAS LAS BOCINAS CONECTADAS A ÉSTE SE ANULARÍA. COMO ES DE COMPRENDERSE ES MUY DÍFICIL DETERMINAR CUAL TRANSFORMADOR SE PUSO EN "CORTO CIRCUITO" O A QUÉ RAMAL OCURRIÓ ESTE, POR ELLO ES DEFINITIVAMENTE NECESARIO DIVIDIR EL SISTEMA DE CIRCUITOS RAZONADOS QUE TERMINADOS EN TABLILLAS DE CONEXIÓN O EN UN TABLERO DE INTERRUPTORES, PERMITAN DETECTAR FÁCILMENTE LA FALLA Y AISLARLA SIN AFECTAR TODO EL SISTEMA.

ADICIONALMENTE EN LOCALES CUYAS CONDICIONES ACÚSTICAS SON CRÍTICAS, COMO SON, IGLESIAS, AUDITORIOS, GIMNASIOS, ETC., ES NECESARIO CO R

CON CIRCUITOS DE BOCINAS, ARREGLADOS EN TAL FORMA, QUE SEAN SUSCEPTIBLES DE PONER EN OPERACIÓN SOLAMENTE AQUELLAS BOCINAS QUE SIRVEN A LAS ZONAS OCUPADAS POR EL PÚBLICO, A FIN DE ELIMINAR AL MÁXIMO - LOS PROBLEMAS DE REVERBERACIÓN.

### SELECCION DE EQUIPO

CLASIFICACIÓN DE BOCINAS Y CAJAS ACÚSTICAS ( ALTAVOCES ), SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN Y SERVICIO:



SE INDICÓ QUE LA RESPUESTA IDEAL SERÍA ENTRE 45 Y 14000 HERTZ, ESTO DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA BOCINA COMO SON DIÁMETRO DEL CONO, DIÁMETRO DE LA BOBINA DE VOZ, RELACIÓN ENTRE LOS ANTERIORES DIÁMETROS, DENSIDAD DEL FLUJO MAGNÉTICO DEL IMÁN PERMANENTE, ETC., EN REALIDAD DEPENDE DE APLICAR UNA BOCINA DE BUENA CALIDAD Y BUEN DISEÑO, LO QUE SE PODRÁ LOGRAR SI SE RECURRE A FABRICANTES DE PRESTIGIO Y SE REVISAN ESPECIFICACIONES MÍNIMAS.

DESDE LUEGO, ADICIONALMENTE A LA BOCINA EMPLEADA, ES DEFINITIVA LA INFLUENCIA DEL BAFFLE O CAJA ACÚSTICA, DESGRACIADAMENTE LOS BAFFLES MÁS EFICIENTES RESULTAN EXTREMADAMENTE VOLUMINOSOS Y NO SON APLICA-

CABLES EN LA GENERALIDAD DE LAS INSTALACIONES, ESTO OBLIGA A EMPLEAR Baffles DE DIMENSIONES LIMITADAS POR LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN, LO QUE TIENE COMO CONSECUENCIA UNA REDUCCIÓN IMPORTANTE EN LA EFICIENCIA DEL CONJUNTO, Y SIGNIFICA QUE SE DEBERÁN USAR BOCINAS CON UNA POTENCIA DE SALIDA DE APROXIMADAMENTE 5 VECES MAYOR QUE LA POTENCIA ACÚSTICA NECESARIA.

EN EL CASO PARTICULAR DE EMPLEAR TROMPETAS REENTRANTES, POR SU CONSTRUCCIÓN SE DEBE ACEPTAR UNA RESPUESTA DE FRECUENCIAS DEL ORDEN - DE 150-9000 HERTZ, QUE NO ES APROPIADA PARA REPRODUCCIONES MUSICALES PERO ADECUADA PARA VOCEO.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA, INDEPENDIEMENTE DEL ASPECTO ESTÉTICO, DEBE SER ROBUSTA Y CON SUS PARTES RÍGIDAMENTE UNIDAS, DE LO CONTRARIO SE TENDRÁN VIBRACIONES INDESEABLES Y MOLESTAS.

PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA SE DEBEN CONSIDERAR VARIOS ASPECTOS TERDEPENDIENTES QUE SON:

ALTAVOZ: ESTA COMPUESTO POR LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, POR LA CAJA ACÚSTICA Y ACCESORIOS.

~~—————~~ NIVEL DE RUIDO AMBIENTE DEL LOCAL A SONORIZAR.

EN RELACIÓN CON LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, LA POTENCIA INDICADA POR EL FABRICANTE, ES LA POTENCIA NOMINAL, LO QUE SIGNIFICA POTENCIA NETA DE CONSUMO DE LA BOCINA, QUE SE DENOMINA "POTENCIA DE AUDIO" CUYA UNIDAD ES EL AUDIO-WATT.

COMO SE COMPRENDERÁ, NO TODA ESTA POTENCIA SE TRANSFORMARÁ EN "POTENCIA ACÚSTICA" QUE ES AQUELLA POTENCIA TRANSMITIDA AL AIRE A FRECUENCIAS AUDIBLES, YA QUE DEPENDERÁ DE LA EFICIENCIA DE LA BOCINA, QUE ES DEL ORDEN DE 5 A 15%.

ADICIONALMENTE SE DEBERÁ TOMAR EN CUENTA LA CAJA ACÚSTICA, QUE COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE TAMBIÉN ACARREA PÉRDIDAS.

A PARTIR DE LAS CONSIDERACIONES HECHAS, Y DEL NIVEL DEL RUIDO AMBIENTE, SE HAN PREPARADO LAS SIGUIENTES FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA OBTENER  $P_T =$  "POTENCIA NOMINAL" EN WATTS DEL TOTAL DE BOCINAS NECESARIAS.

SERVICIO INTERIOR: CON BAFFLES CONVENCIONALES O COLUMNAS SONORAS .

$$P_T = \frac{KV}{100}$$

EN QUE:

V = VOLUMEN DEL LOCAL EN  $m^3$ .

K = CONSTANTE QUE VALE:

5 PARA RUIDO AMBIENTE BAJO  
8 PARA RUIDO AMBIENTE MEDIO  
12 PARA RUIDO AMBIENTE ALTO

POTENCIA POR BOCINA:  $= \frac{P_T}{\text{NUM. DE BOCINAS.}}$

CUANDO SE COLOCAN ALTOPARLANTES EN EL TECHO, EN EL CASO DE LOCALES DE NO MÁS DE 4 M. DE ALTURA, LA DISTANCIA ENTRE ALTOPARLANTES PARA LOGRAR LA MEJOR DISTRIBUCIÓN SE OBTIENE APROXIMADAMENTE COMO SIGUE:

$$D = 2.4 ( H - 1.5 )$$

EN QUE: D = SEPARACIÓN ENTRE BOCINAS EN M.

H = ALTURA DEL LOCAL EN M.

SERVICIO EXTERIOR:

USANDO TROMPETAS REENTRANTES SE TIENE:

PT60 = 0.4 D (TROMPETA CON RADIACIÓN A 60°)

PT30 = 0.2 D (TROMPETA CON RADIACIÓN A 30°)

EN QUE:

D = DISTANCIA EN METROS AL OYENTE INTERMEDIO. (PROFUNDIDAD),

P = POTENCIA NOMINAL DE CADA TROMPETA EN WATTS.

EN CUANTO AL NÚM. DE TROMPETAS A UTILIZAR, SE OBTIENE

$$N_{60} = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{Y} \quad N_{30} = \frac{F}{0.54 D}$$

EN QUE:

F = FRENTE EN METROS QUE SE PRETENDE CUBRIR.

CUANDO SE USAN TROMPETAS, SE DEBE CONSIDERAR Y MUY ESPECIALMENTE CUANDO SE APLICAN CON RADIACIÓN A 30°, QUE DEBEN ESTAR A CIERTA - DISTANCIA DEL OYENTE MÁS PRÓXIMO, PARA EVITAR QUE ESTE RECIBA DE MASIADA INTENSIDAD, ESTO SE RESUELVE ELEVANDO LA TROMPETA SOBRE EL NIVEL DEL AUDITORIO, E INCLINÁNDOLA ADECUADAMENTE, CON UNA TENDENCIA A OBTENER UNA DISTANCIA UNIFORME CON RESPECTO A TODO EL AUDITORIO. CASO MUY PARECIDO A LA FORMA EN QUE SE APLICA UN REFLECTOR DE ALUMBRADO.

LA TROMPETA REENTRANTE SE DEBE USAR CUANDO SE TRATA DE OBTENER GRAN PENETRACIÓN, O SEA LOGRAR ALCANCES PROFUNDOS.

TAMBIÉN ES APLICABLE PARA NIVELES DE ALTO RUIDO AMBIENTE.

EN EL CASO EN QUE SE APLICAN COLUMNAS SONORAS, TANTO EN INTERIORES COMO EXTERIORES,

SE TIENE QUE:

$$P_T = 0.8 D$$

$$N = \frac{F}{2D}$$

EL MONTAJE DE UNA COLUMNA, DEBE SER RELATIVAMENTE BAJO Y DIRIGIDO, YA QUE LA RADIACIÓN ES APROXIMADAMENTE DE  $130^\circ$  EN ÁNGULO HORIZONTAL Y  $40^\circ$  EN EL ÁNGULO VERTICAL.

ADICIONALMENTE, LA COLUMNA NO POSEE GRAN PENETRACIÓN, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA PARA CUBRIR DISTANCIAS MAYORES DE 30 M.

AL SELECCIONAR UNA COLUMNA, SE DEBEN VERIFICAR CIERTAS CONDICIONES COMO SON:

- LAS BOCINAS QUE LA CONSTITUYEN DEBEN QUEDAR LO MÁS PRÓXIMAS POSIBLES ENTRE SÍ.
- GABINETE RÍGIDO QUE NO VIBRE POR LA PRESIÓN ACÚSTICA.
- ACABADO ADECUADO PARA EL USO, ESPECIALMENTE PARA LA INTemperie, EN QUE DEBE SOPORTAR LLUVIAS, POLVO, ETC.

#### FASEADO DE BOCINAS:

PARA ACLARAR ESTE CONCEPTO, DEBEMOS CONSIDERAR, QUE EL SONIDO ES UNA VIBRACIÓN QUE SE TRASMITE AL MEDIO AMBIENTE Y QUE COMO TODA ONDA VIBRATORIA TIENE MÁXIMOS Y MÍNIMOS. SI EN UN MISMO INSTANTE UNA BOCINA EMITIERA UN IMPULSO POSITIVO, EN TANTO QUE OTRA DENTRO DEL MISMO LOCAL EMITIERA UN IMPULSO NEGATIVO. OBVIAMENTE SE ESTARÍAN CONTRARRESTANDO Y ESTO ES TOTALMENTE INDESEABLE, DE AQUI LA NECESIDAD DE CONECTAR TODAS LAS BOCINAS CON IDÉNTICA POLARIDAD. ESTA OPERACIÓN SE LLAMA "FASEADO DE BOCINAS", PARA OBTENER UN TRABAJO ADITIVO.

EN OTRAS OCASIONES ES POR EL CONTRARIO, NECESARIO QUE OPEREN EN OPOSICIÓN, COMO CUÁNDO SE INSTALAN FRENTE A FRENTE LOGRANDO ASÍ UN EFECTO ADITIVO.

## CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORES

### CONTROLES DE VOLUMEN:

EN OCASIONES, ES NECESARIO CONTROLAR EL VOLUMEN DE SONIDO POR ÁREAS O LOCALES INDIVIDUALES, YA QUE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE ELLOS EN CUANTO A PERSONAL QUE LOS OCUPA, ACÚSTICA DEL LOCAL, ETC., PRESENTAN UN PANORAMA DEMASIADO HETEROGÉNEO PARA ADMITIR SÓLO UN CONTROL DE VOLUMEN CENTRAL. ESTO SE RESUELVE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CONTROLES DE VOLUMEN, QUE EN ESENCIA SON POTENCIÓMETROS QUE GOBIERNAN LA ENTRADA DE ENERGÍA A LA BOCINA.

LA FORMA DE APLICARLOS PUEDE SER VARIADA, Y EN OCASIONES SE TORNA COMPLEJA, POR LO QUE SOLAMENTE MENCIONARÉ APLICACIONES TÍPICAS.

EL CONTROL PUEDE INSTALARSE:

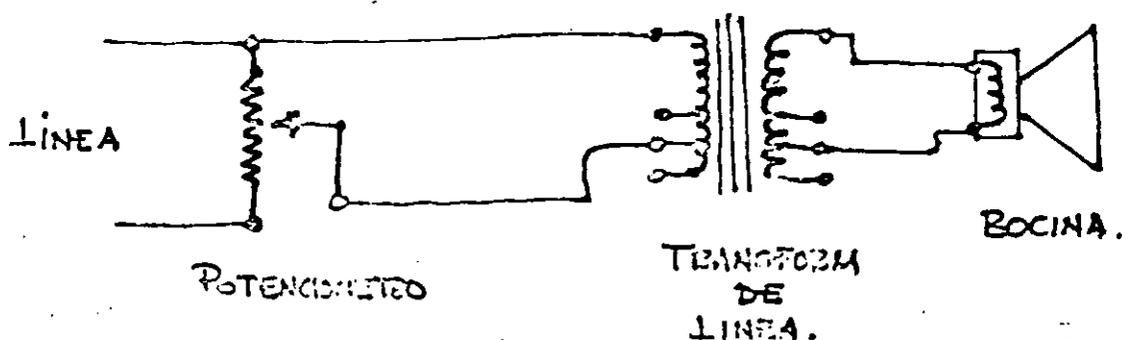
- A) EN LA CAJA ACÚSTICA MISMA CON OPERACIÓN INTERNA O EXTERNA EN FUNCIÓN DE SI EL AJUSTE QUE SE PRETENDE, ES EVENTUAL O CONTINUO.
- B) EN ALGÚN PUNTO DEL LOCAL PARA QUE EL USUARIO CONTROLE UNA O VARIAS BOCINAS A VOLUNTAD.
- C) VARIOS EN UN TABLERO DE CONTROL LOCALIZADO ESTRATÉGICAMENTE, PARA DESDE ESE PUNTO CONTROLAR VARIAS -- ÁREAS PÚBLICAS.

EL CONTROL DEBERÁ SER CAPAZ DE MANEJAR LA POTENCIA QUE DEMANDARÁN LAS BOCINAS CONTROLADAS. ESTA POTENCIA SE ESPECIFICA EN WATTS, PERO DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE SE REFIERE A WATTS CONTINUOS O SEA VALOR RMS QUE ES EL CASO DEL AUDIO.

NORMALMENTE ES ACEPTABLE APLICAR UN POTENCIÓMETRO, POR EJEMPLO DE 4 WATTS PARA EL MANEJO DE 4 BOCINAS DE 5 WATTS SIN PROBLEMAS.

DE SER DE PRIMERA CALIDAD, TIPO DE ALAMBRE, ROBUSTO Y CON UNA BUENA SOLUCIÓN MECÁNICA, YA QUE ES UN DISPOSITIVO DE USO CONTINUO Y DIARIO EN MUCHOS CASOS.

### CONEXION TIPICA:



### RESISTENCIA OHMICA:

EL VALOR DEBE SELECCIONARSE A PARTIR DEL NÚMERO DE CONTROLES EN PARALELO CONECTADOS A UN MISMO AMPLIFICADOR, YA QUE SIGNIFICARÁN CARGA.

ESTE CÁLCULO ES DE VITAL IMPORTANCIA, YA QUE DE QUEDAR CORTO EL VALOR, HABRÁ PÉRDIDAS ENORMES DE ENERGÍA EN DETRIMENTO DEL AMPLIFICADOR Y DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA Y DE QUEDAR EXCEDIDO EN EL VALOR, NO SE TENDRÁ CONTROL SOBRE LAS BOCINAS.

EN CONCRETO, LO IDEAL SERÁ IGUALAR AL MÁXIMO LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO CON LA DEL AMPLIFICADOR QUE LO ALIMENTA.

PARA LOGRARLO ES NECESARIO EFECTUAR UN CÁLCULO DE CIRCUITOS EN PARALELO A PARTIR DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR.

EN SISTEMAS A VOLTAJE CONSTANTE ( 70 VOLTS Ó 100 VOLTS ) ES APLICABLE LA SIGUIENTE FÓRMULA EMPÍRICA:

$$RP = \frac{NPZ}{4}$$

EN QUE:

- RP = RESISTENCIA DEL POTENCIÓMETRO EN OHMS.  
 NP = NÚMERO DE POTENCIÓMETROS.  
 Z = IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR EN OHMS.  
 (VARÍA ENTRE 90 Y 120 OHMS ).

### INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO.

SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PUEDEN SER DE MUY VARIABLE COMPLEJIDAD EN FUNCIÓN DEL SERVICIO QUE SE PRETENDE DEBAN PRESTAR Y DE LA DIMENSIÓN DEL SISTEMA.

LAS APLICACIONES USUALES SON: VIGILANCIA, SUPERVISIÓN INDUSTRIAL, EDUCACIÓN, PUBLICIDAD, INFORMACIÓN ETC.

ESTOS SISTEMAS ESTAN CONSTITUIDOS BÁSICAMENTE DE CÁMARAS QUE GENERAN LAS SEÑALES DE VIDEO Y DE AUDIO QUE EN OCASIONES SE INCORPORAN, Y DE UNA UNIDAD RECEPTORA LIGADOS POR UN CABLE COAXIAL, DE NO MÁS DE 300 M. SI SE PRETENDIERA AUMENTAR LA DISTANCIA O BIEN INCREMENTAR LOS RECEPTORES O MONITORES, TENDRÍAN QUE USARSE AMPLIFICADORES PARA COMPENSAR LAS PÉRDIDAS EN LA SEÑAL.

PUEDEN TENERSE SISTEMAS COMPLEJOS CON VARIAS CÁMARAS Y RECEPTORES, CONMUTACIÓN, AUDIO Y VIDEO COMBINADOS ETC., SER BLANCO Y NEGRO O COLOR, Y DE MUY DIVERSAS CUALIDADES SEGÚN EL CASO.

TAMBIÉN ES COMÚN TENER ACCESORIOS ESPECIALES, COMO MONTAJE DE CONTROL REMOTO CON MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL, ROTARIO O DE TRANSLACIÓN.

TODO LO ANTERIOR REQUIERE DE CUIDADOSA PLANEACIÓN POR EL ESPECIALISTA Y DE ELLA HABRÁN DE DERIVARSE LAS PREPARACIONES QUE DEBEN DEJARSE EN EL EDIFICIO, CANALIZACIONES, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL, APOYOS, TIERRAS, PROTECCIONES, CABINAS DE CONTROL ETC.

### SEÑALIZACION E INFORMACION

EN UNA GRAN CANTIDAD DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS LAS INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN SON DE IMPORTANCIA, POR EJEMPLO:

TIENDAS DE DEPARTAMENTOS: REQUIEREN LLAMADAS AUDIO VISUALES PARA PERSONAL EJECUTIVO O ADMINISTRATIVO CUYA UBICACIÓN FÍSICA NO ES PERMANENTE DENTRO DEL EDIFICIO.

AEROPUERTOS: REQUIEREN EL MISMO SERVICIO CITADO, MÁS LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO COMO SON LOS TABLEROS DE VUELOS.

INSTALACIONES DEPORTIVAS: EMPLEAN LOS SISTEMAS CITADOS, MÁS OTROS PARA CONTROL DE EVENTOS, COMO ES EL CRONÓMETRAJE.

COMO SE HA DICHO, EL OPORTUNO CONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES Y LA COORDINACIÓN CUIDADOSA CON LOS RESPONSABLES DE ESTAS ESPECIALIDADES, ES LA ÚNICA FORMA DE ASEGURAR INSTALACIONES O PREPARACIONES ADECUADAS QUE PERMITAN LA FÁCIL INSTALACIÓN DE CABLEADOS Y EQUIPOS Y SU CONSERVACIÓN.

NO ES POSIBLE ENTRAR EN EL DETALLE DE ESTAS INSTALACIONES, PERO BASTA CON DECIR QUE TODAS SE DESARROLLAN BAJO PRINCIPIOS MÁS O MENOS COMUNES Y QUE UTILIZAN AL IGUAL CANALIZACIONES QUE SE RIGEN CON NORMAS PARECIDAS A LAS YA CITADAS Y UTILIZAN CONDUCTORES CUYAS CARACTERÍSTICAS SE ENCUENTRAN EN LOS CARTÁLOGOS DE CABLES PARA TELECOMUNICACIONES, PARA ELECTRÓNICA Y PARA FUERZA, CON LO QUE ES POSIBLE DIMENSIONAR LAS CANALIZACIONES.

POR OTRA PARTE, LOS PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE ESTOS SISTEMAS DEBEN SER CONOCIDOS POR EL INSTALADOR A EFECTO DE QUE ESTÉ EN CAPACIDAD DE INTERPRETAR APROPIADAMENTE LOS PROYECTOS DEL ESPECIALISTA Y AUXILIARLO EN LA SOLUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA, ES DECIR EN DETERMINAR TRAYECTORIAS, LOCALIZACIÓN DE REGISTROS Y CONTROLES, TOMANDO EN CUENTA LOS POSIBLES PROBLEMAS DE INTERFERENCIA O INCOMPATIBILIDAD CON LOS OTROS SISTEMAS QUE INTEGRAN EL EDIFICIO O CONJUNTO.

### ALARMAS ( INSTALACIONES DE SEGURIDAD )

LA FUNCIÓN DE UNA ALARMA, SEA CONTRA ROBO O INCENDIO U OTRA, ES DAR AVISO DE UNA ANOMALÍA Y EVENTUALMENTE PONER EN SERVICIO DISPOSITIVOS O SISTEMAS QUE LA SUPRIMAN.

PARA LOGRARLO, EXISTEN UN SINÚMERO DE ELEMENTOS DETECTORES DE FALTA DE ANOMALÍA O FALLA, LOS QUE DEBIDAMENTE SELECCIONADOS Y LOCALIZADOS E INTERCONECTADOS ENVÍAN SEÑALES A UNO O MÁS TABLEROS RECEPTORES, EN LOS QUE DICHA SEÑAL SE INTERPRETA Y ACTIVA SEÑALES AUDIBLES Y VISUALES PARA INFORMAR DEL HECHO AL PERSONAL A CARGO, Y TAMBIÉN - COMO SE DIJO; PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS RESTRICTORES. ESTOS SISTEMAS TAMBIÉN PUEDEN ACTUAR SOBRE CENTRALES EXTERNAS AL EDIFICIO.

LOS DISPOSITIVOS SE ENLAZAN A TRAVÉS DE CONDUCTORES CONVENCIONALES O ESPECIALES, DEBIDAMENTE PROTEGIDOS POR CANALIZACIONES QUE SIEMPRE SON INDEPENDIENTES DE OTROS SISTEMAS, Y LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEBE OTORGARLE GRAN CONFIABILIDAD, TANTA QUE INCLUSIVE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN SON ESPECIALMENTE SELECCIONADAS Y A VECES DUPLICADAS Y CON SISTEMAS DE APOYO EN EMERGENCIA.

LOS DISPOSITIVOS DETECTORES MÁS USUALES SON:

#### CONTRA ROBO:

- ELECTROMÉCANICOS CON INTERRUPTORES QUE SE INSTALAN EN PUERTAS

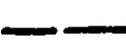
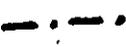
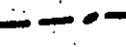
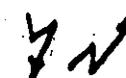
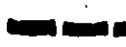
VENTANAS, CERCAS, ETC.

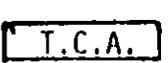
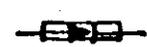
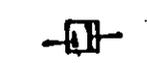
- FOTOELÉCTRICOS QUE OPERAN AL INTERRUMPIRSE EN HAZ LUMINOSO, SIMPLE O COMPLEJO, EN LUZ VISIBLE O INFRARROJA, O BIEN POR ALTERACIÓN DE UN CAMPO LUMINOSO.
- ULTRASÓNICOS, QUE OPERAN BAJO EL PRINCIPIO DE QUE UNA ONDA SÓNICA PERMANENTE, SE ALTERA CUANDO UN OBJETO SE MUEVE DENTRO DE SU CAMPO. ( 30 KHZ ).
- DE MICROONDAS QUE OPERAN BAJO UN PRINCIPIO SIMILAR, CON LA ÚNICA DIFERENCIA DE QUE NO SE APOYA EN LA PRESIÓN CAUSADA POR LA ONDA SÓNICA, SINO EN LA DEFORMACIÓN DE LA MICROONDA ( 10,000 MHZ ) POR EFECTO DOPPLER.
- DE PROXIMIDAD QUE DETECTAN A UNA PERSONA U OBJETO POR LA VARIACIÓN DEL CAMPO CAPACITIVO.
- Y LAS ALARMAS MANUALES.

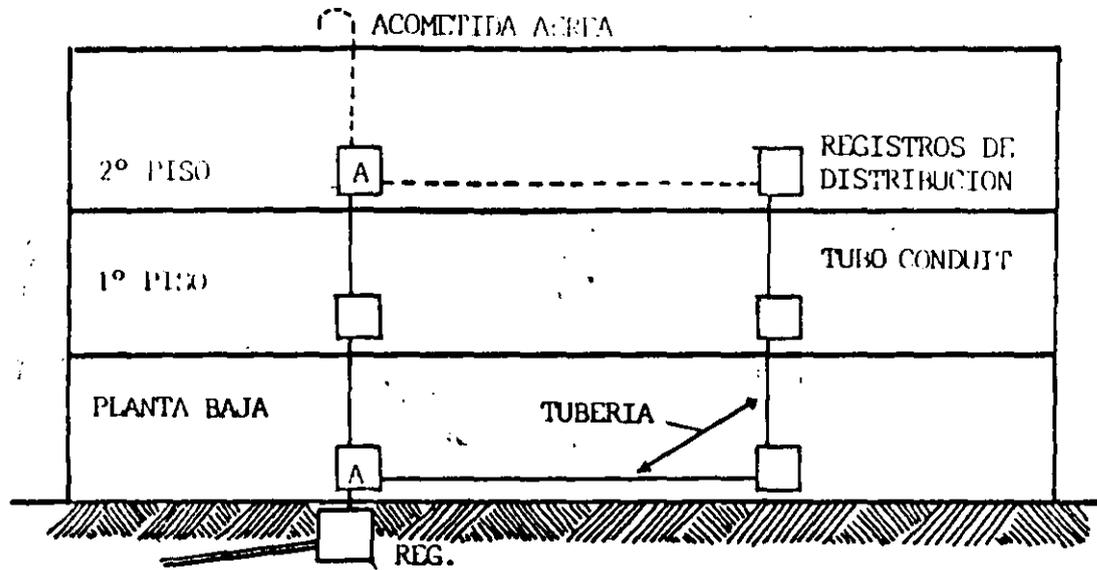
#### CONTRA INCENDIO:

- MANUALES: POR OPERADOR
- TÉRMICOS, QUE PERCIBEN LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.

S I M B O L O G I A

-  TUBERÍA DE 19 MM DE DIÁMETRO
-  TUBERÍA DE 13 MM DE DIÁMETRO
-  TUBERÍA DE 25 MM DE DIÁMETRO
-  TUBERÍA DE 38 MM DE DIÁMETRO
-  TUBERÍA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO. LA TUBERÍA SE DEBERÁ INDICAR SI ES POR PISO, LOSA O MURO Y DE QUE MATERIAL.
-  DUCTO DE P.V.C. AHOGADO EN CONCRETO.
-  REGISTRO DE TABIQUE DE (x) DIMENSIONES CON POZO DE ABSORCIÓN AL FONDO.
-  POZO DE VISITA DE CONCRETO ARMADO DE (x) DIMENSIONES.
-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 28x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.
-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.
-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x56x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.
-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 70x56x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (100 PARES).
-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG 100x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM (400 PARES).

-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.16 USG 150x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA 1.5 CM (600 PARES).
-  REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 80x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (300 PARES)
-  SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO EN MURO PISO
-  SALIDA PARA TELÉFONO EXTENSIÓN DE CONMUTADOR EN PISO O MURO.
-  SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL PILOTO EN PISO O MURO.
-  SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL SUPEDITADO, EN PISO O MURO.
-  SALIDA PARA TELÉFONO DE EXTENSIÓN EN PISO O MURO.
-  SALIDA PARA TELÉFONO PÚBLICO EN MURO.
-  CONMUTADOR AUTOMÁTICO TELEFÓNICO TIPO (x) Y (Y) EXTENSIONES.
-  RECTIFICADOR DE CORRIENTE.
-  BANCO DE BATERIAS.



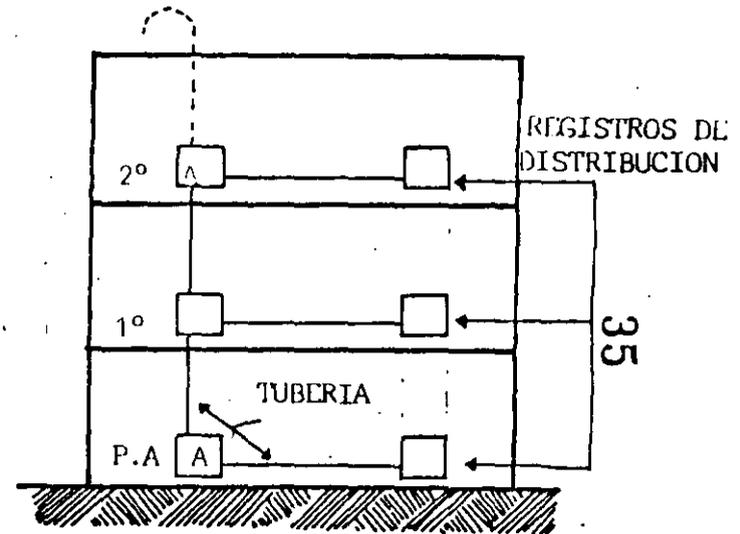
DUCTO PARA ENLACE DE ACOMETIDA SUBTERRANEA.



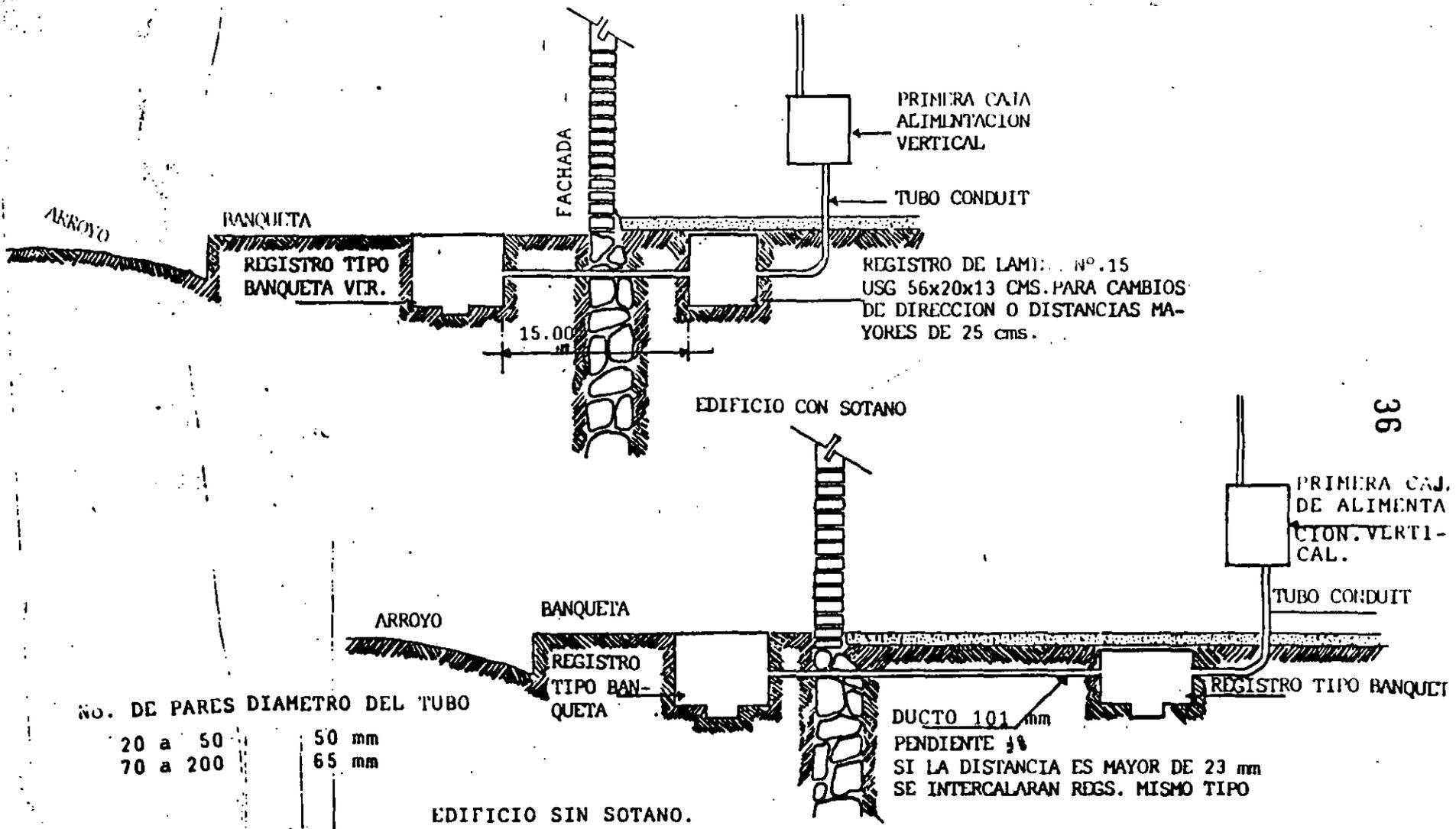
DISPOSICION CORRECTA DE LA PENDIENTE EN DUCTOS

CANALIZACIONES VERTICALES

NO. DE PARES	DIAMETRO DE TUBERIA
10 - 30	25 mm
40 - 50	32 "
70 - 80	30 "
100 - 150	50 "
200 - 300	70 "



TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS - DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION



REGISTRO DE LAM. N° 15  
 USG 56x20x13 CMS. PARA CAMBIOS  
 DE DIRECCION O DISTANCIAS MA-  
 YORES DE 25 cms.

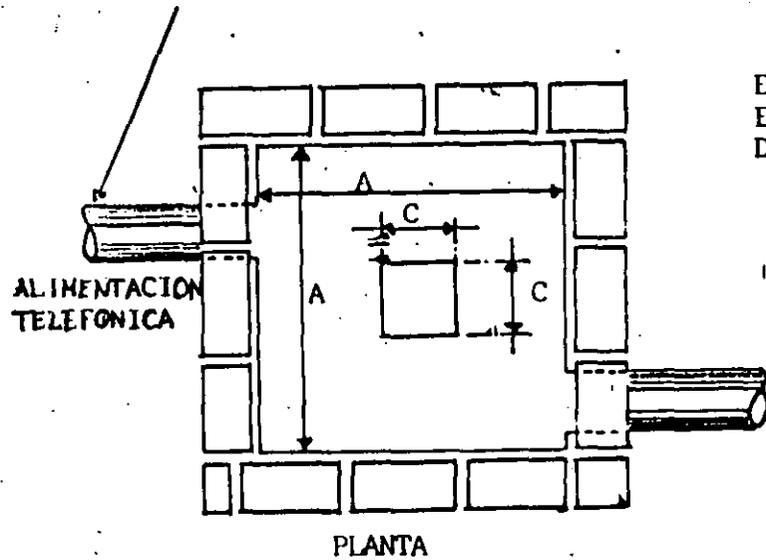
36

NO. DE PARES DIAMETRO DEL TUBO	
20 a 50	50 mm
70 a 200	65 mm

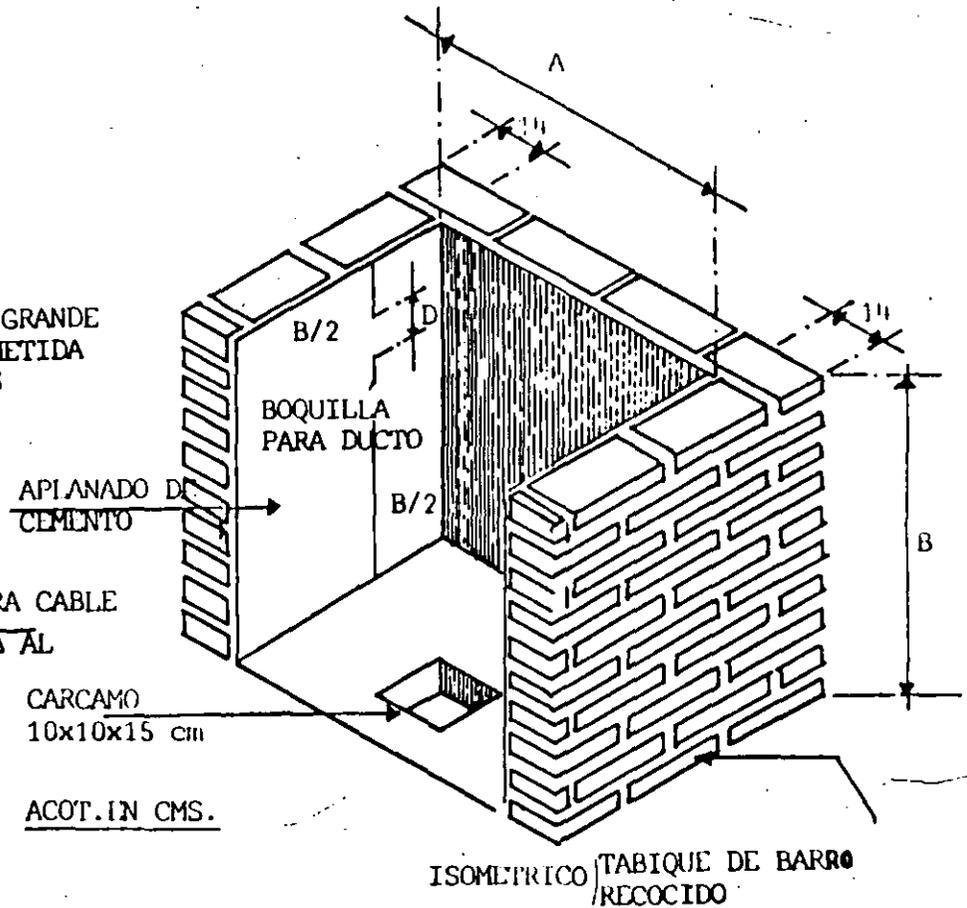
DUCTO 101 mm  
 PENDIENTE 1/8"  
 SI LA DISTANCIA ES MAYOR DE 23 mm  
 SE INTERCALARAN REGS. MISMO TIPO

DETALLE DE ACOPIETADA TELEFONICA

NOTA. SE CONSTRUIRA A UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL PARAMETRO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION.



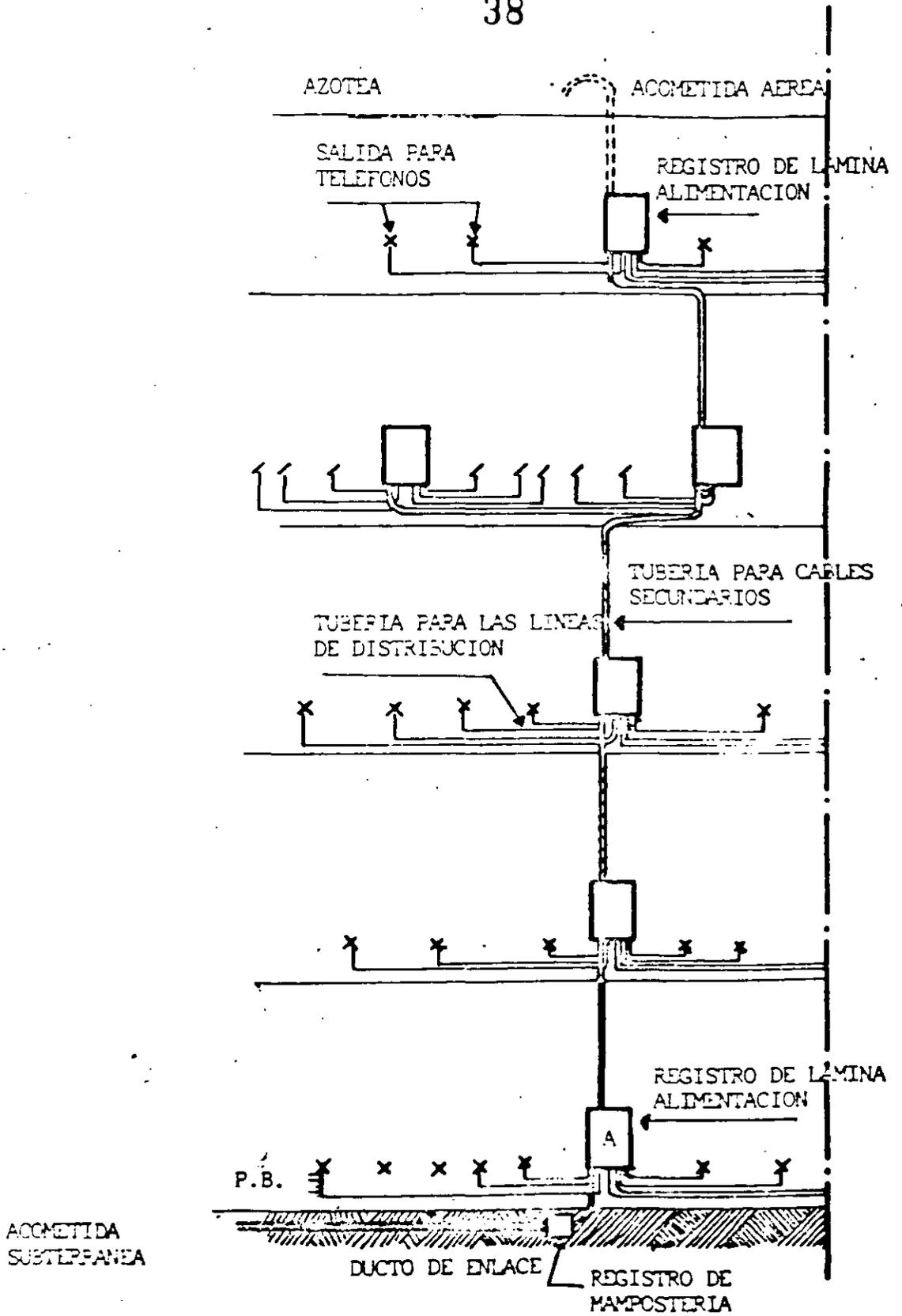
EL REGISTRO GRANDE ES PARA ACOMETIDA DE 200 PARES



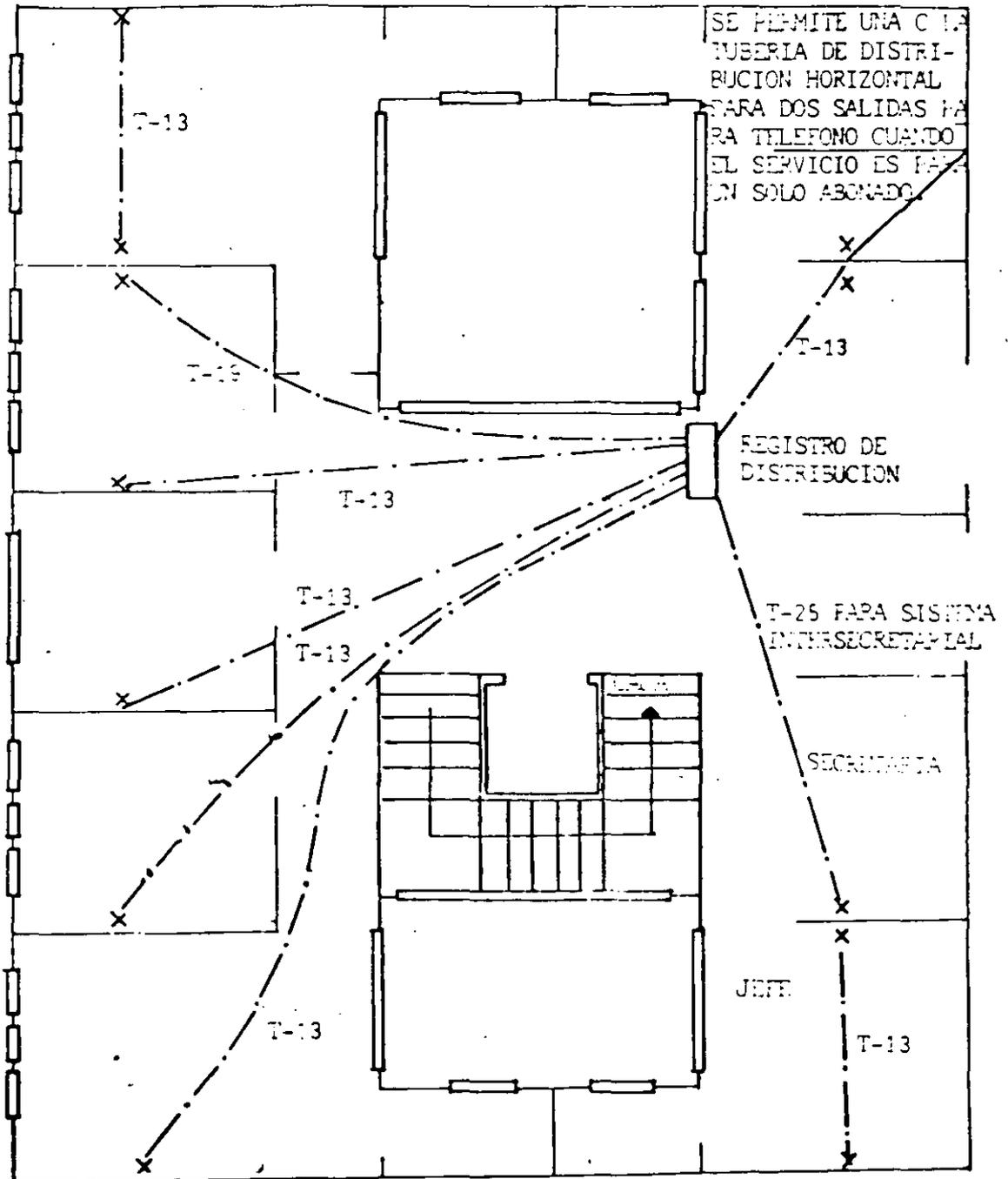
REGISTRO	A	B*	C	D	SIMBOLO
CHICO	600	600	200	130	1
GRANDE	800	800	200	150	2

\* LA PROFUNDIDAD "B" PUEDE SER MAYOR DEPENDIENDO DE LA PENDIENTE DEL DUCTO DE ALIMENTACION.

DETALLE DE REGISTRO DE MAPOSTERIA ( DE BANQUETA )

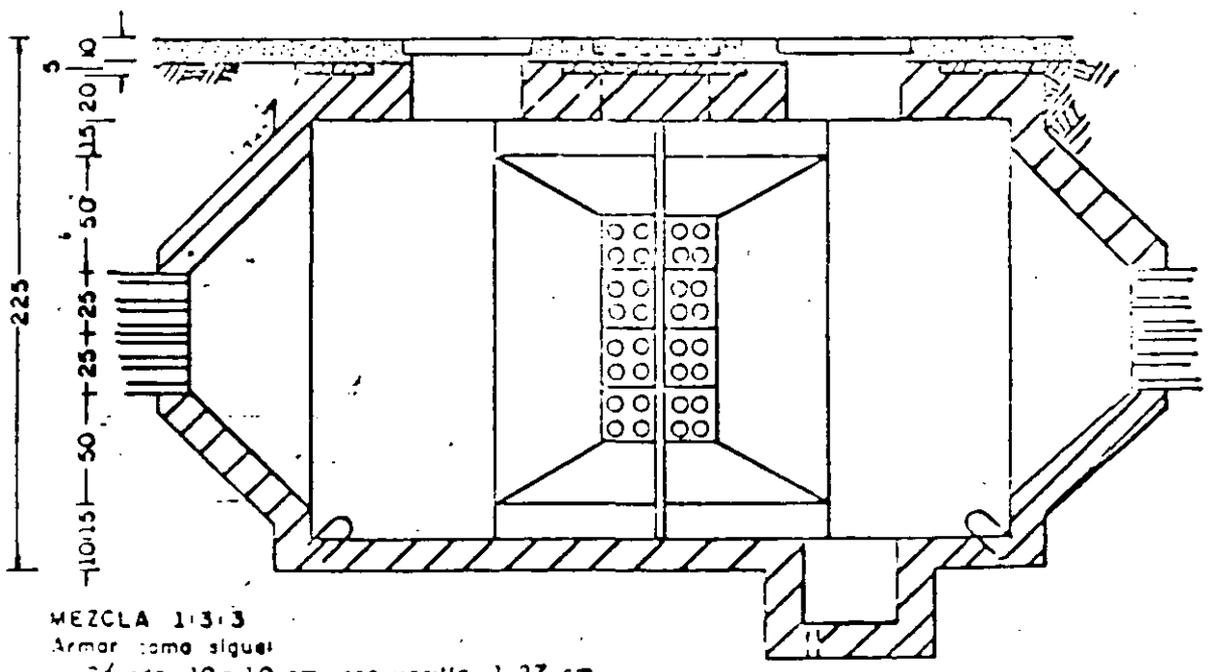
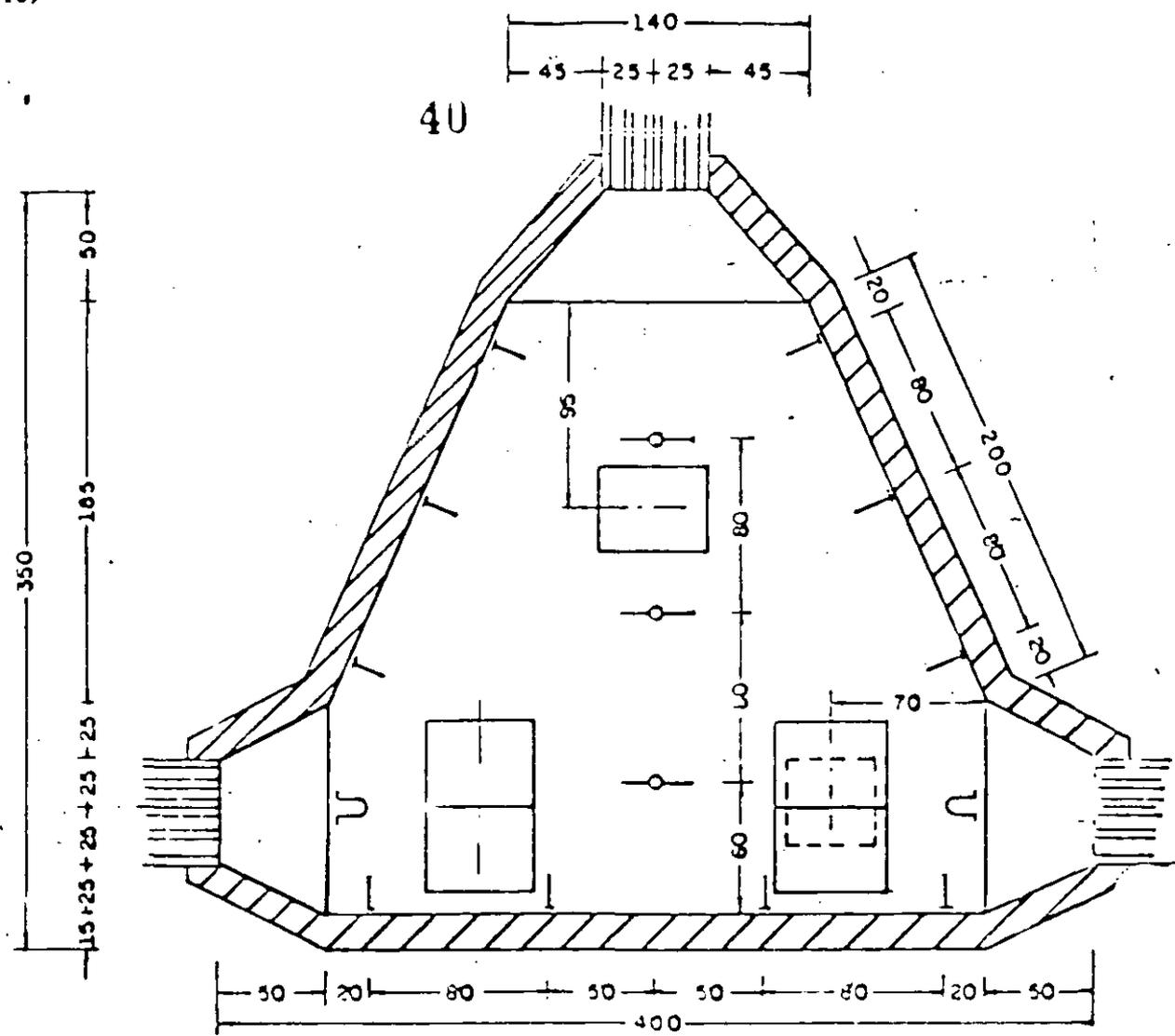


TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS



CALCULACIONES HORIZONTALES	
m <sup>2</sup> DE LINEAS	DIAMETRO DE TUBO
1 - 2	13 mm
3 - 6	19 mm
7 - 8	25 mm
9 - 10	32 mm

TUBERIA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA



**MEZCLA 1:3:3**  
 Armar como sigue:  
 Cveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Pared 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Anotaciones en centímetros.

**SIMBOLOS**  
 [Symbol] Estabdn  
 [Symbol] Bastidor  
 [Symbol] Tuba y soportes

FIG. 14

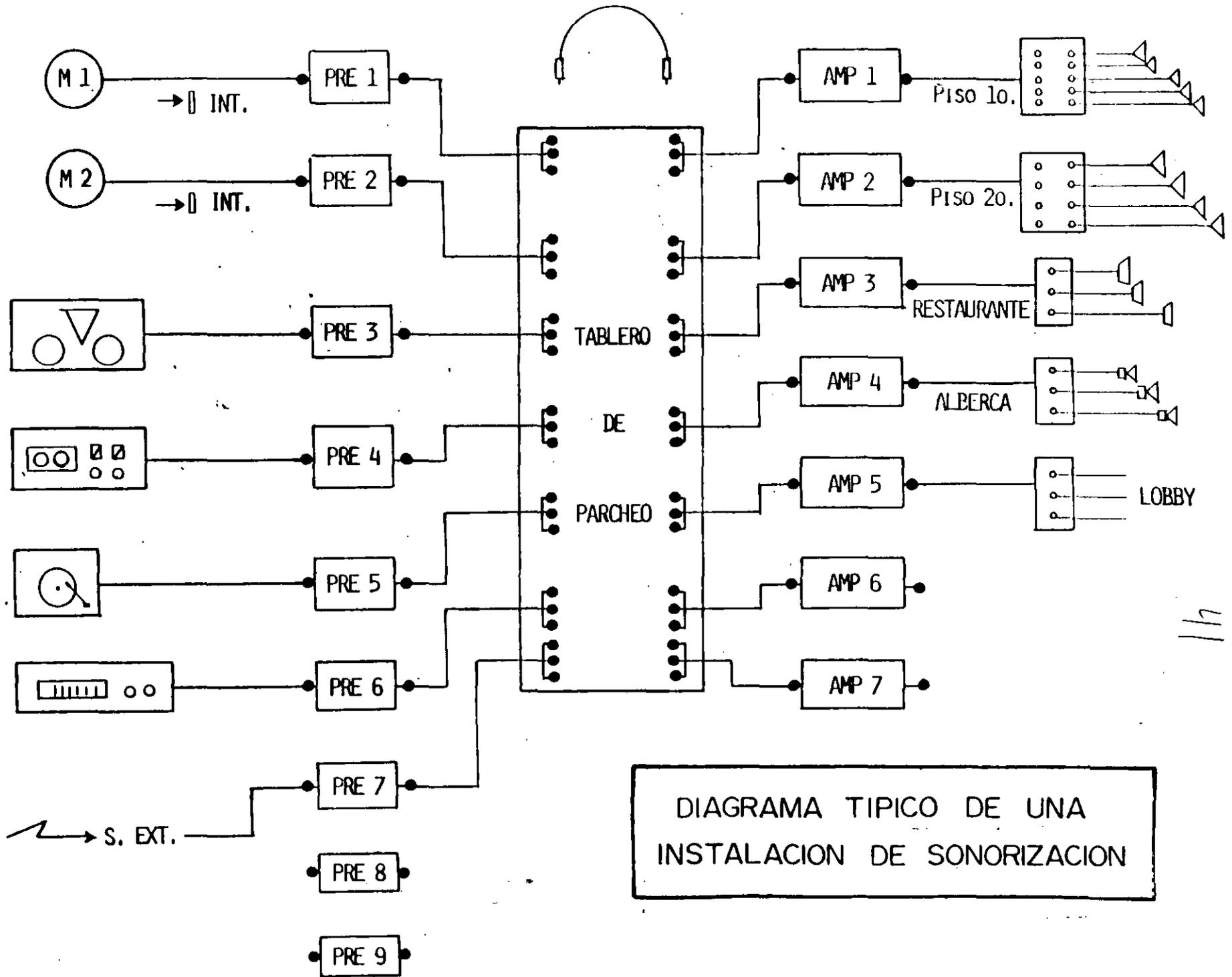
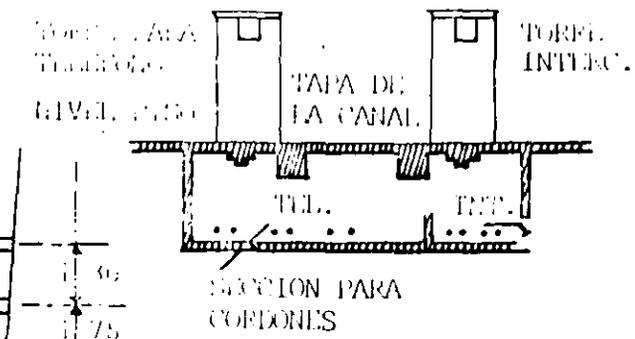
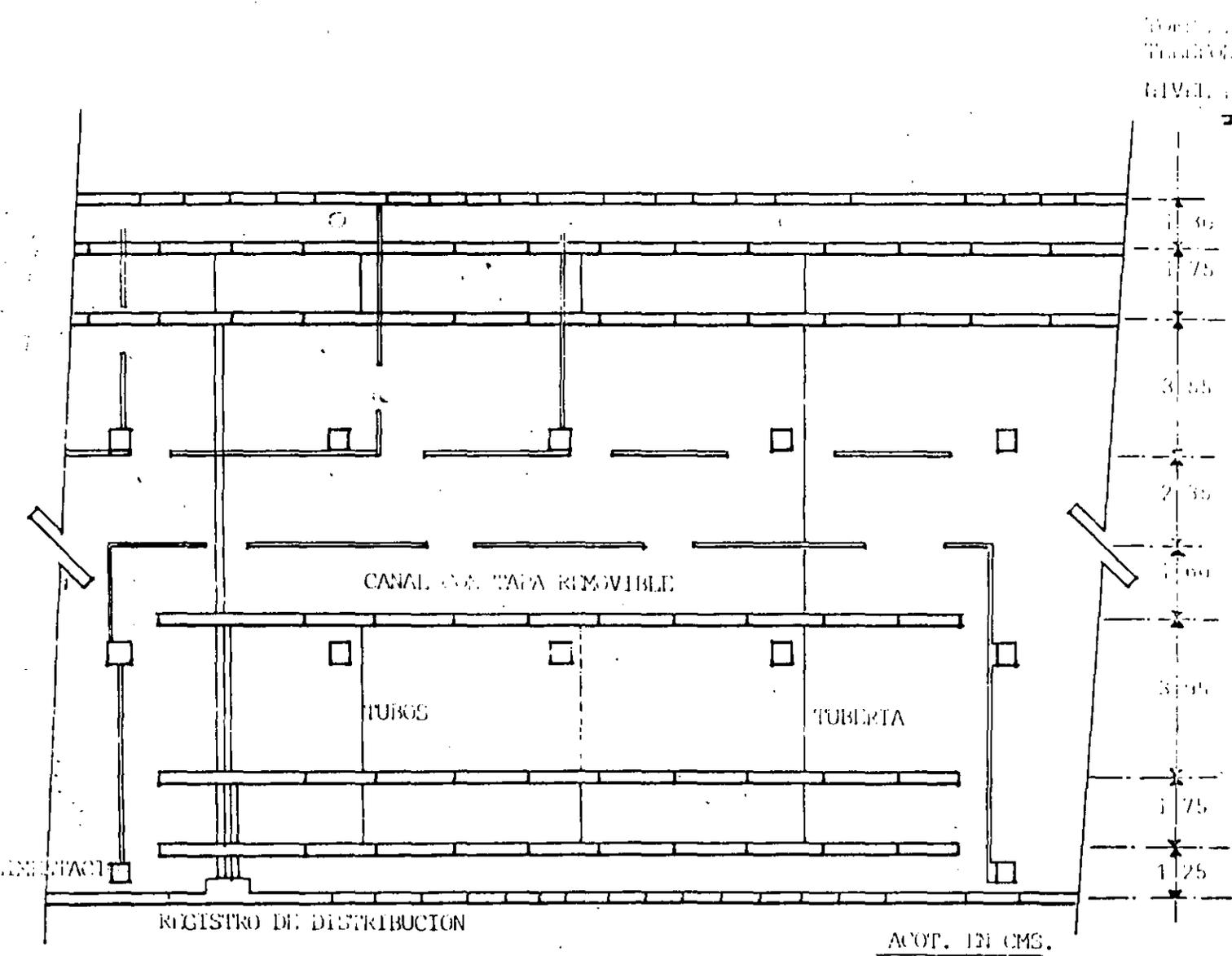


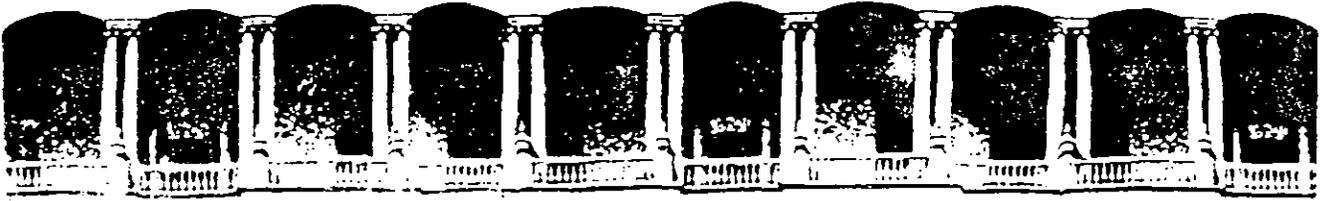
DIAGRAMA TIPICO DE UNA  
 INSTALACION DE SONORIZACION

1/7



42

SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**SISTEMAS DE PARARRAYOS**

**ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO**

# SISTEMAS de PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

---

RAYO : DESCARGA ATMOSFERICA:-

DESCARGA de ELECTRICIDAD ESTATICA  
QUE SE HA CONCENTRADO EN UNA  
NUBE.

MANIFESTACIONES:-

LUMINOSA : RELAMPAGO

SONORA: TRUENO

EFFECTOS :-

DANOS a PERSONAS y COSAS

EFFECTOS TERMICOS  
 $W = I^2 R$

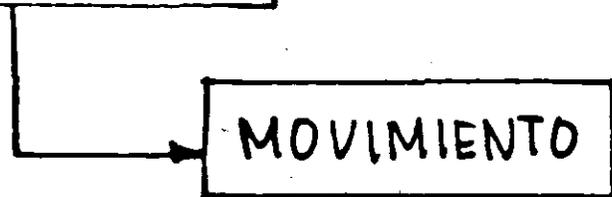
EFFECTOS DINAMICOS  
(CAMPO MAGNETICO)

FORMACION DE LA CONCENTRACION DE CARGA EN LA ATMOSFERA

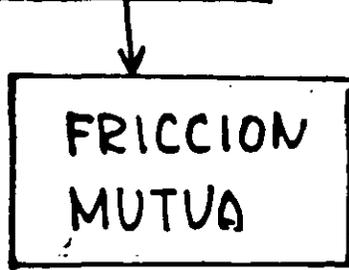


ACUMULACION DE PARTICULAS DE AGUA QUE SE HAN CARGADO ELECTROSTATICAMENTE

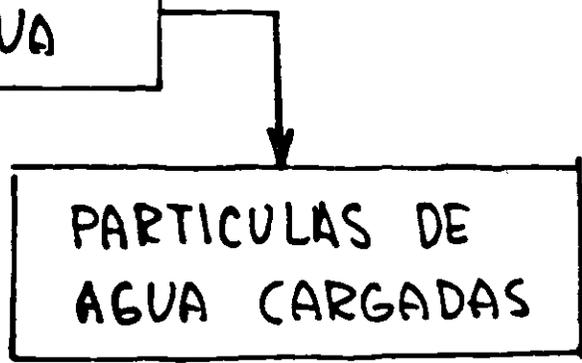
TURBULENCIA ATMOSFERICA



MOVIMIENTO



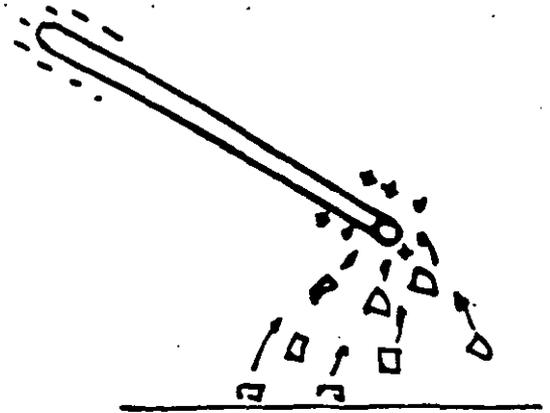
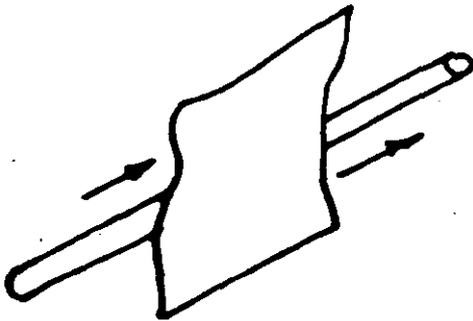
FRICCION MUTUA



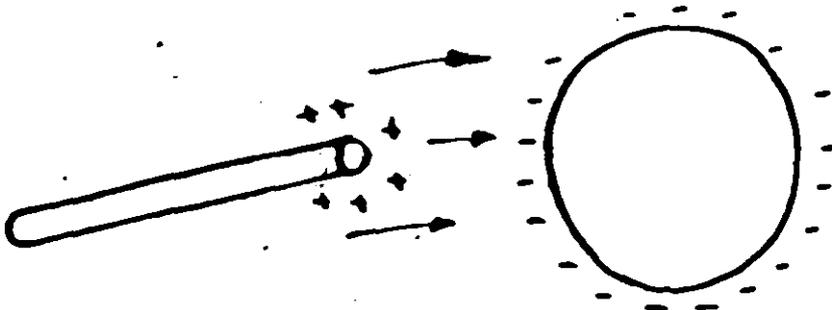
PARTICULAS DE AGUA CARGADAS

# MECANISMOS DE FORMACION DE CARGA ELECTROSTATICA:-

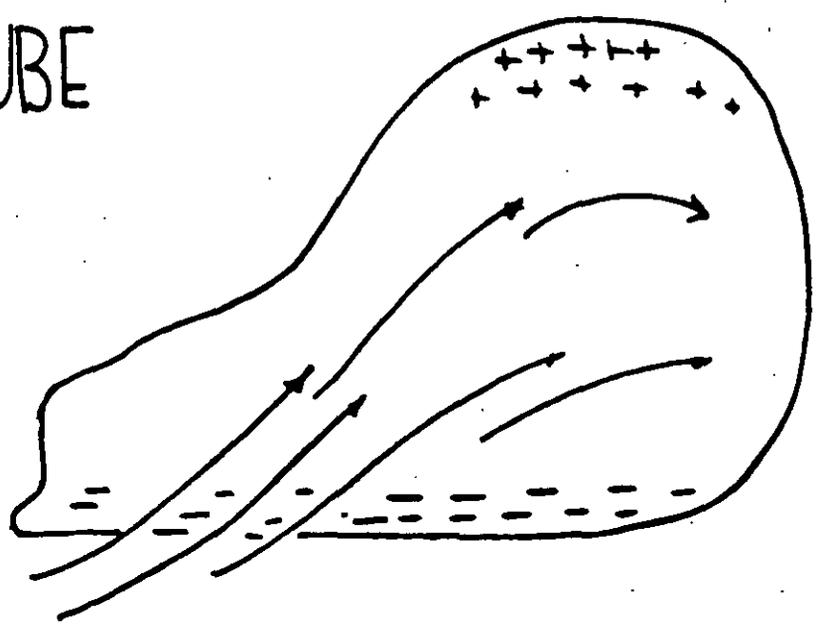
FRICCION :-



INDUCCION

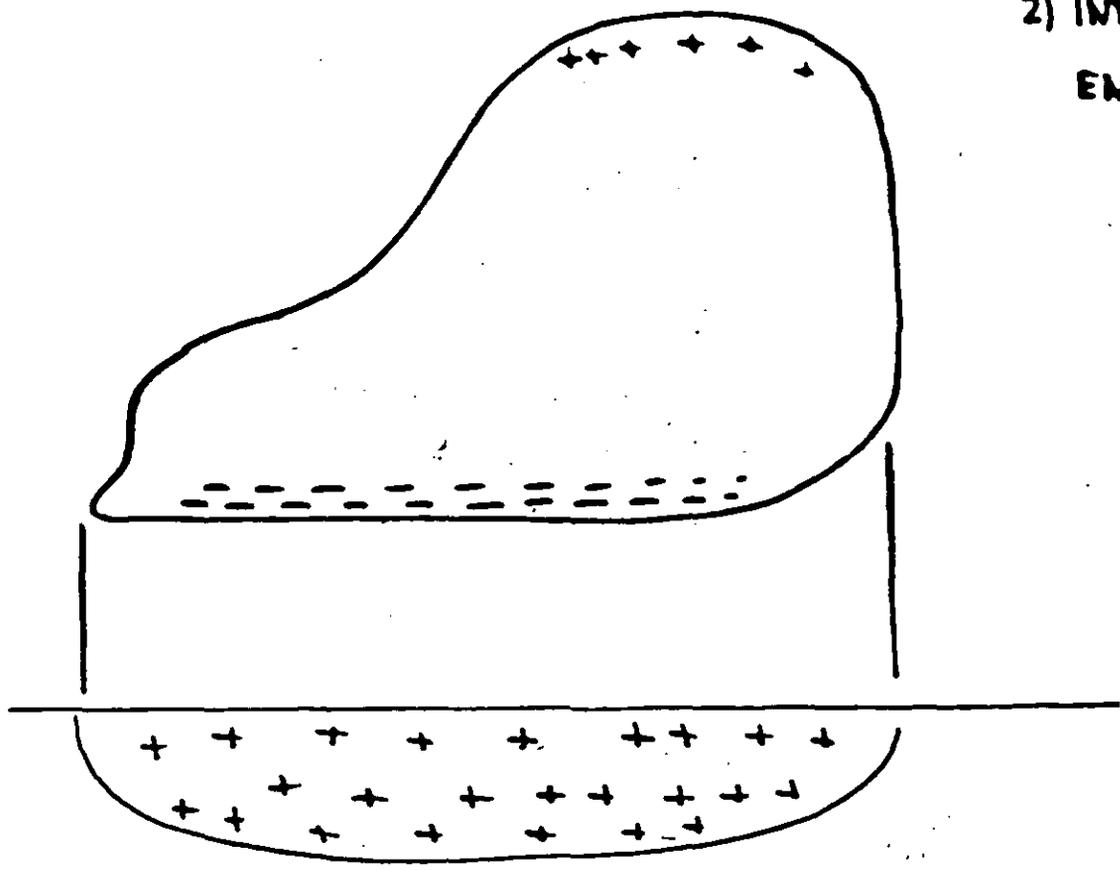


# CARGAS EN UNA NUBE

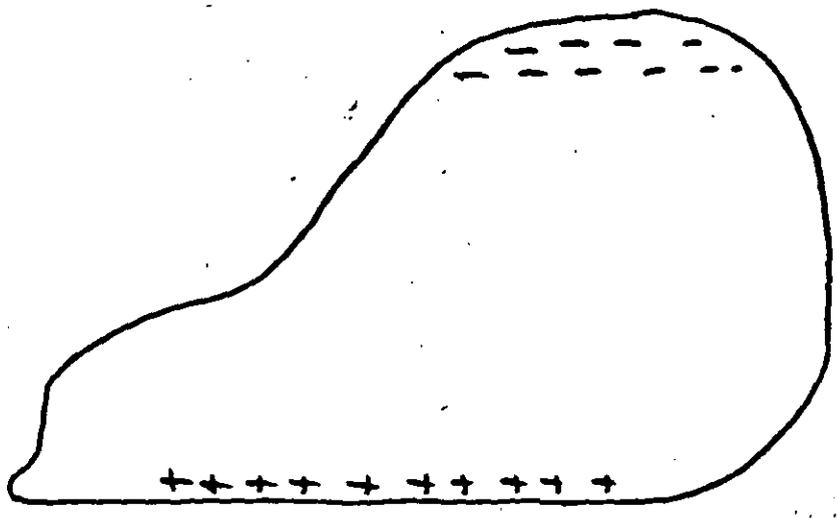
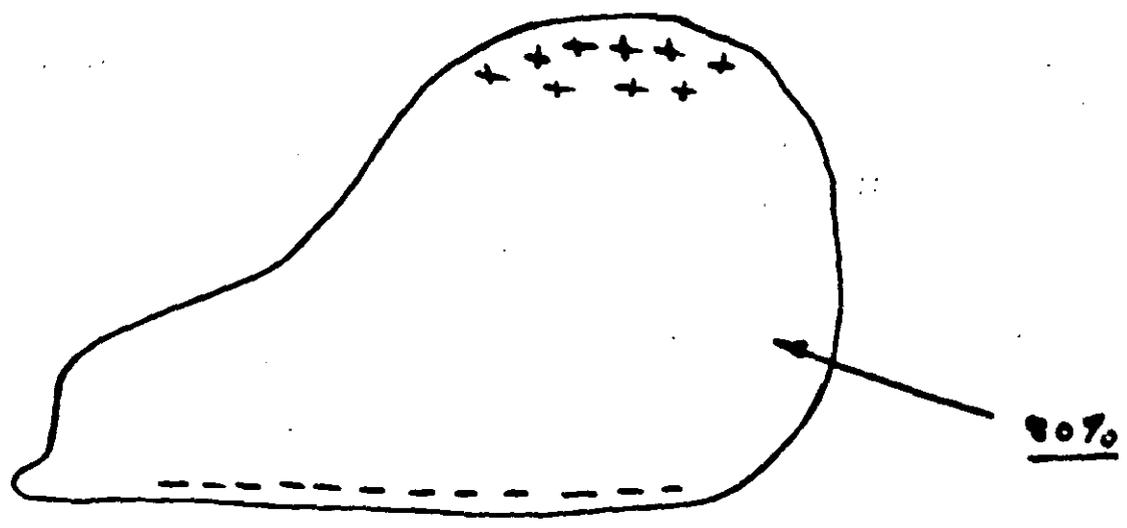
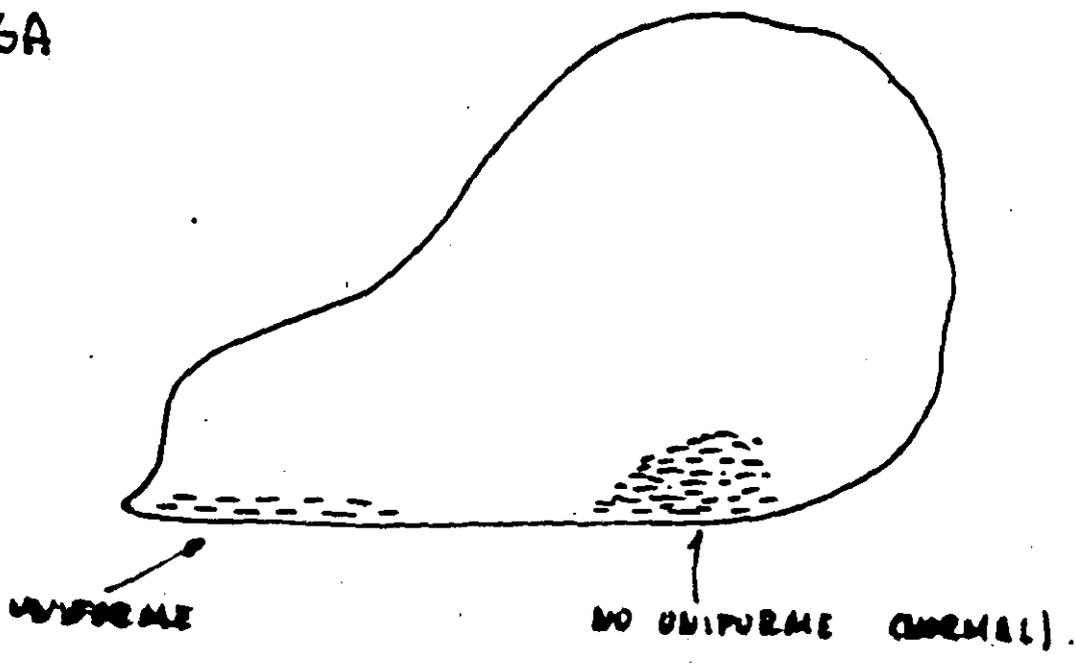


1) EN LA  
NUBE

2) INDUCIDA  
EN TIERRA

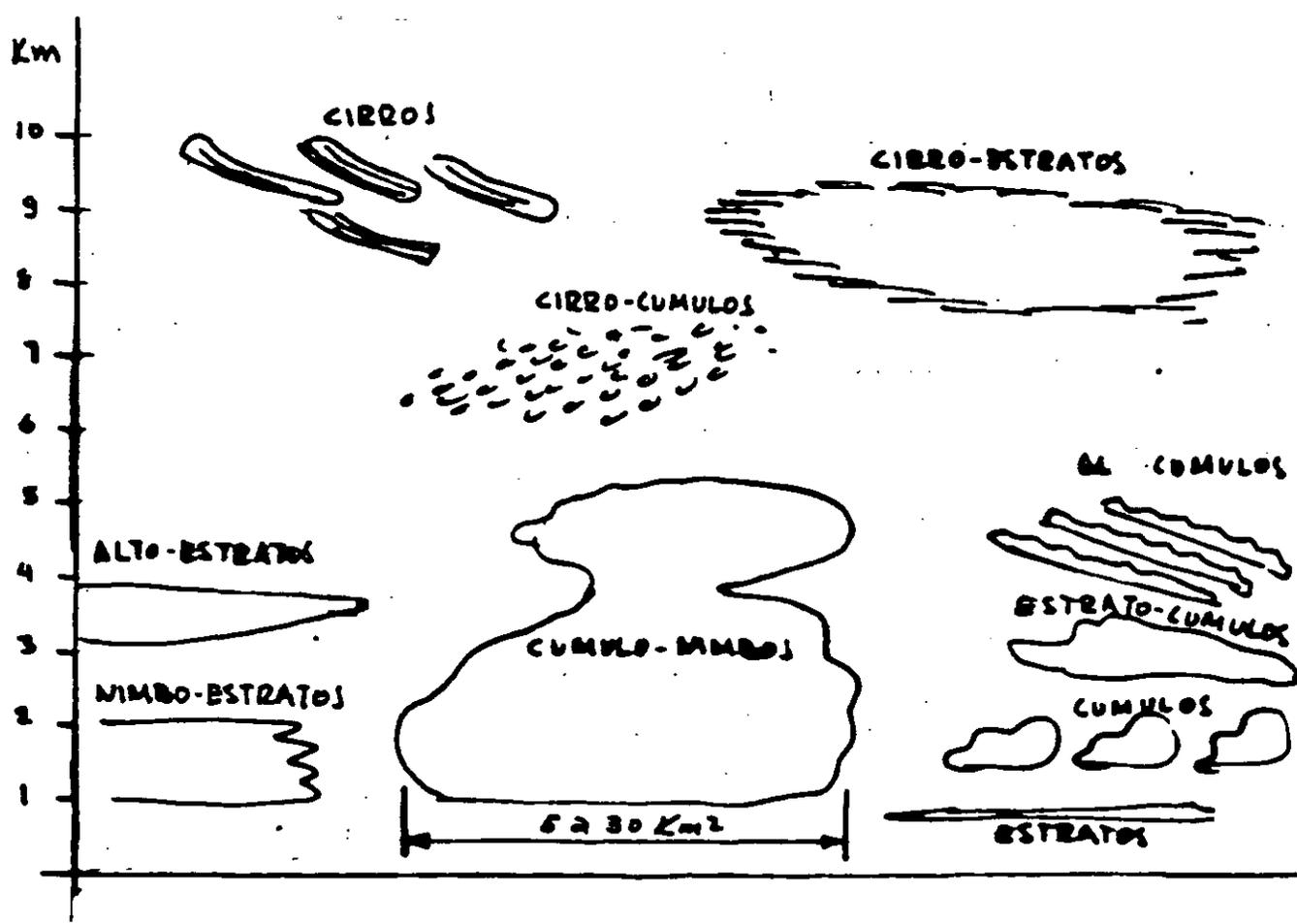


# TIPOS DE CARGA



NUBES QUE  
ORIGINAN  
DESCARGAS

- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS

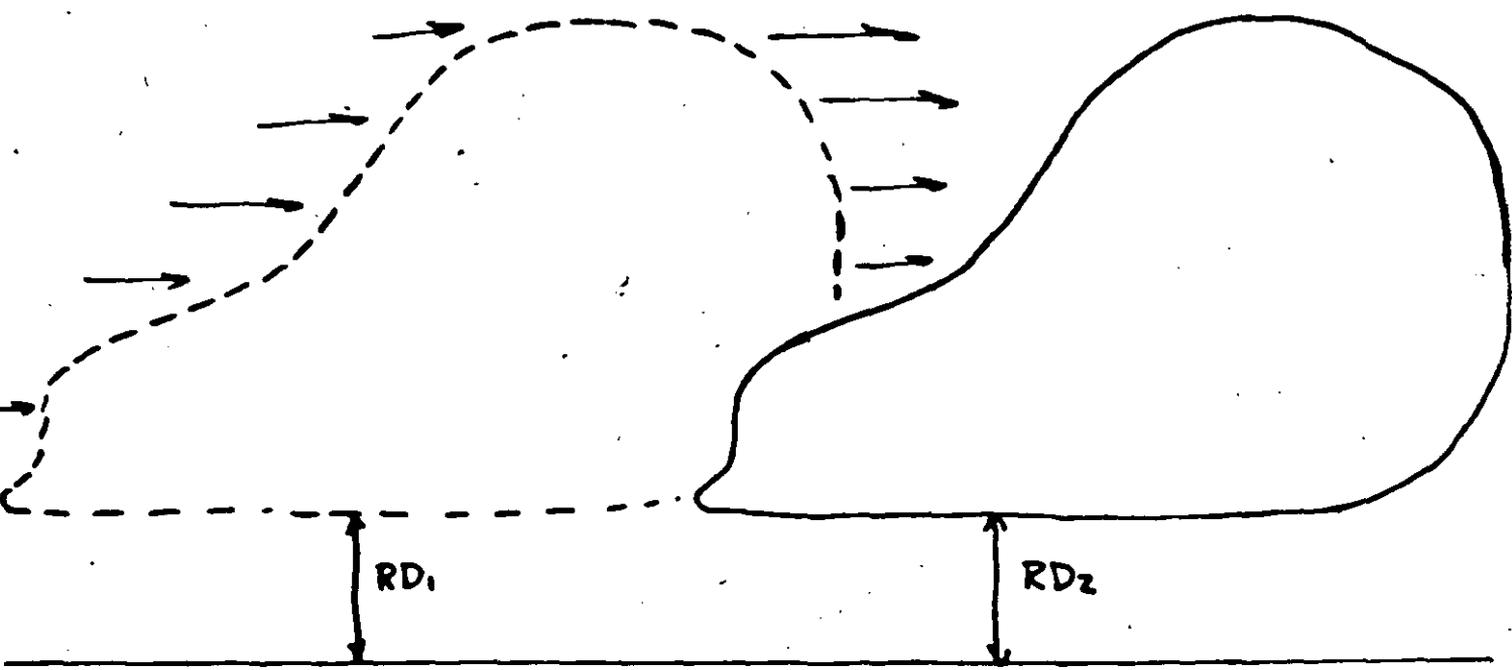
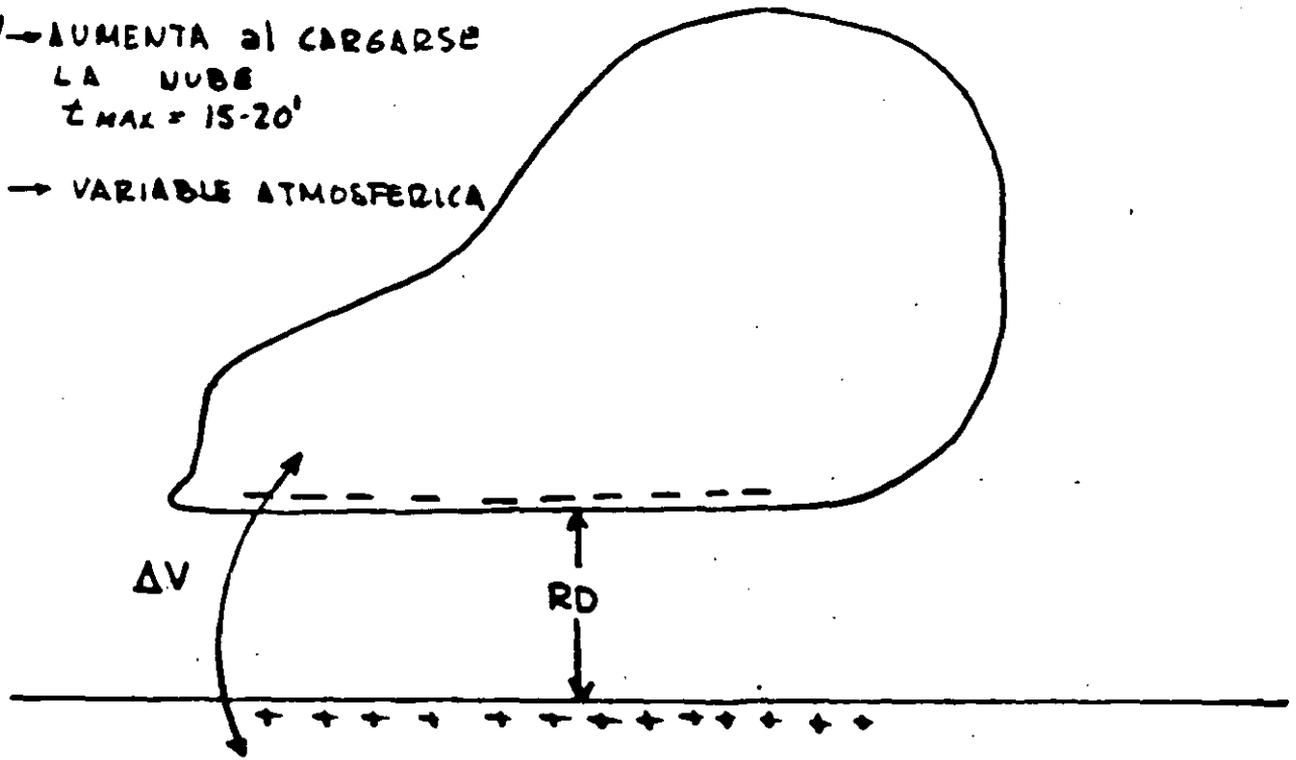


¿CUANDO OCURRE LA DESCARGA?

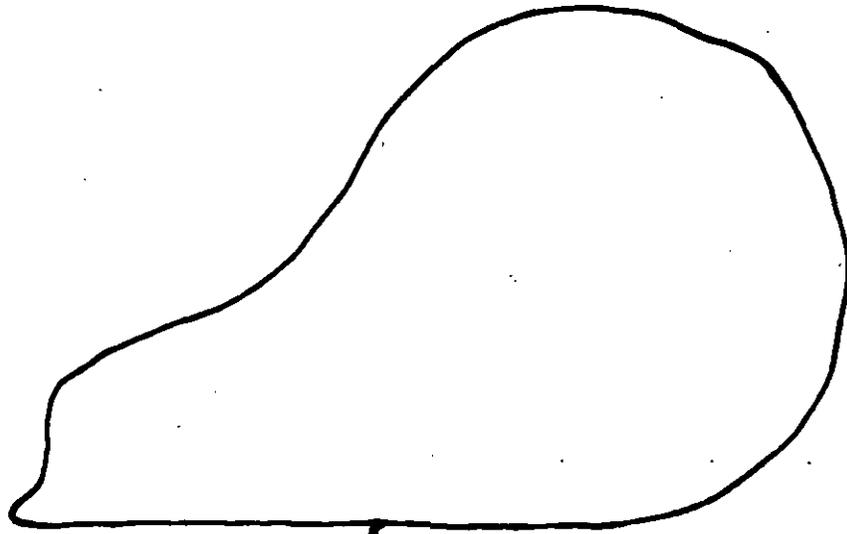
$RD < \Delta V \Rightarrow$  DESCARGA.

$\Delta V \rightarrow$  AUMENTA al CARGARSE LA NUBE  
 $Z_{MAX} = 15-20'$

$RD \rightarrow$  VARIABLE ATMOSFERICA



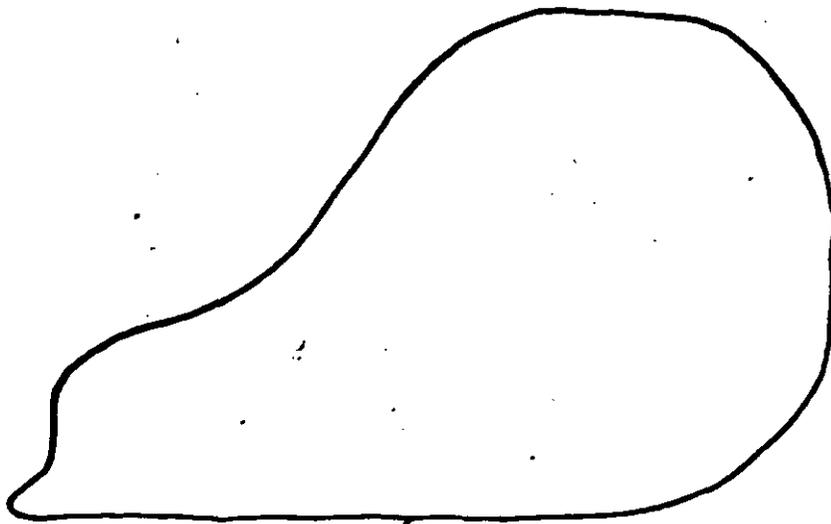
$RD_1 \neq RD_2$



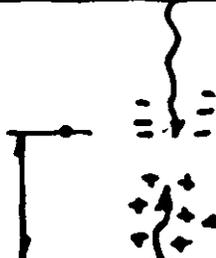
SAVO "PILOTO"  
PRIMARIO



$V_{max} = 20 \text{ cm/s}$  → COLAS  
 $\bar{V} = 100 - 200 \text{ km/h}$

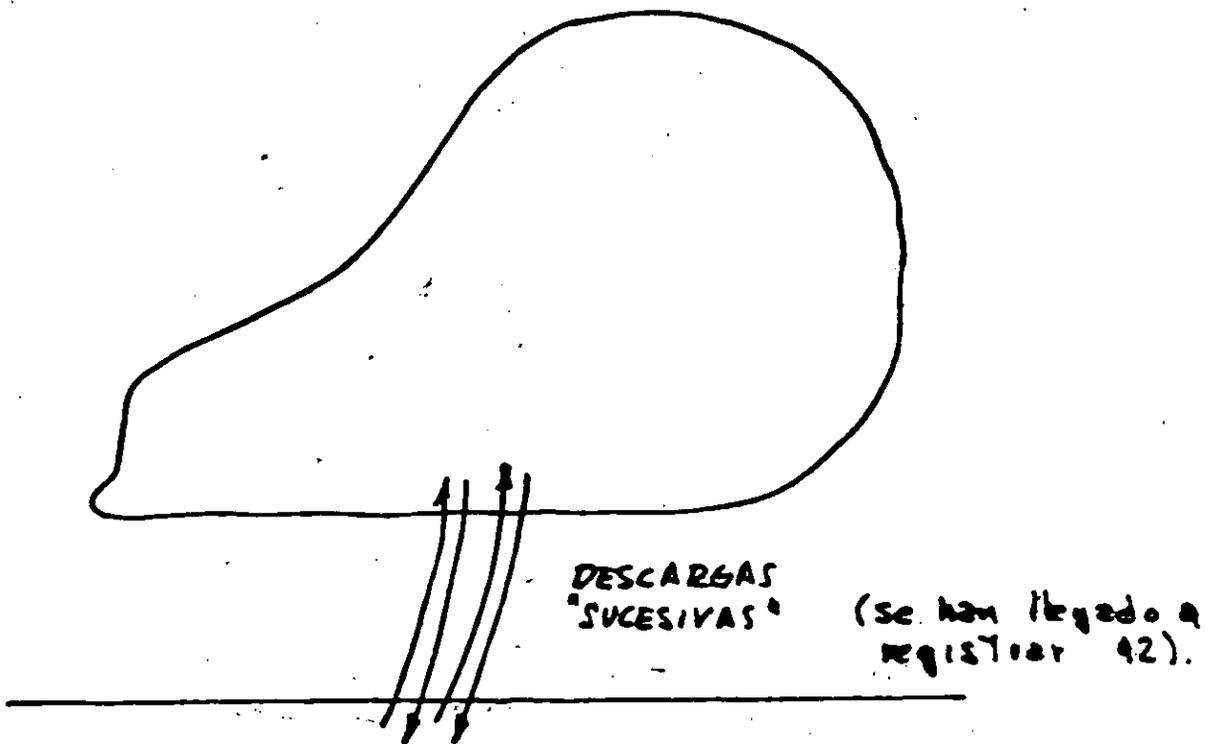
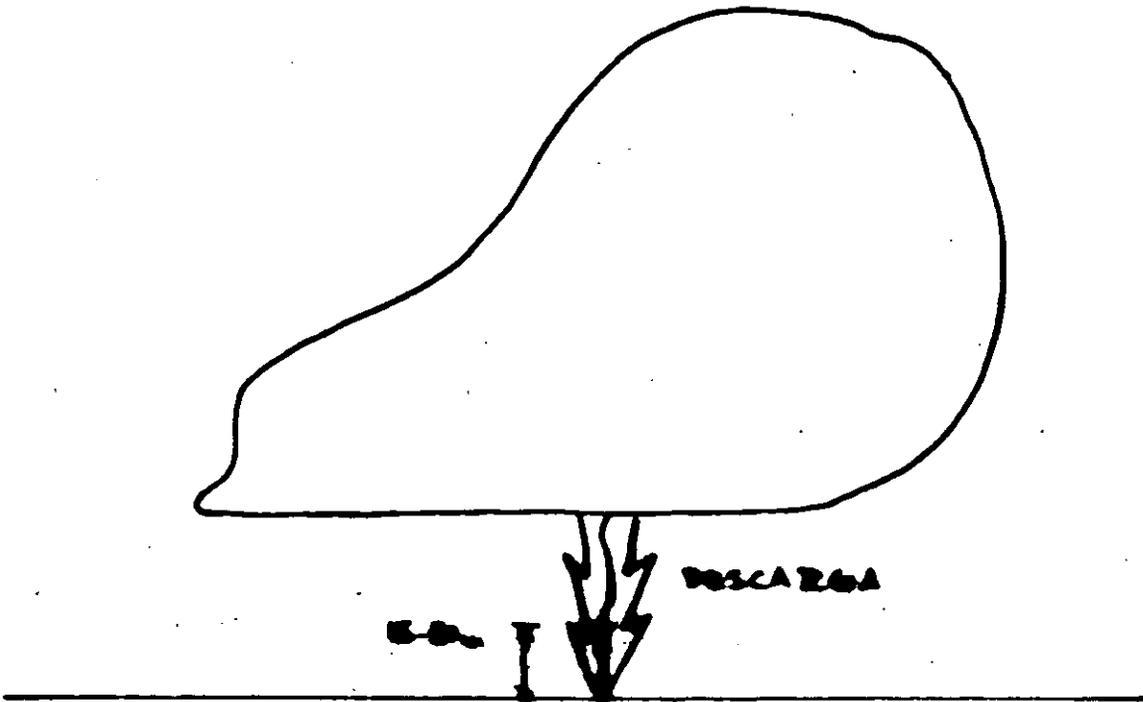


$\Delta - \Delta V$



PILOTO SECUNDARIO





# MAGNITUDES de UNA DESCARGA

## VARIABLES

- INTENSIDAD DE CORRIENTE → 10-20 KA
- DIFERENCIA DE POTENCIAL → 100-600KV
- DURACION Y NUMERO → FUNCION N° DESCARGAS  
50% - 1 sola, Ratio > 10
- ENERGIA

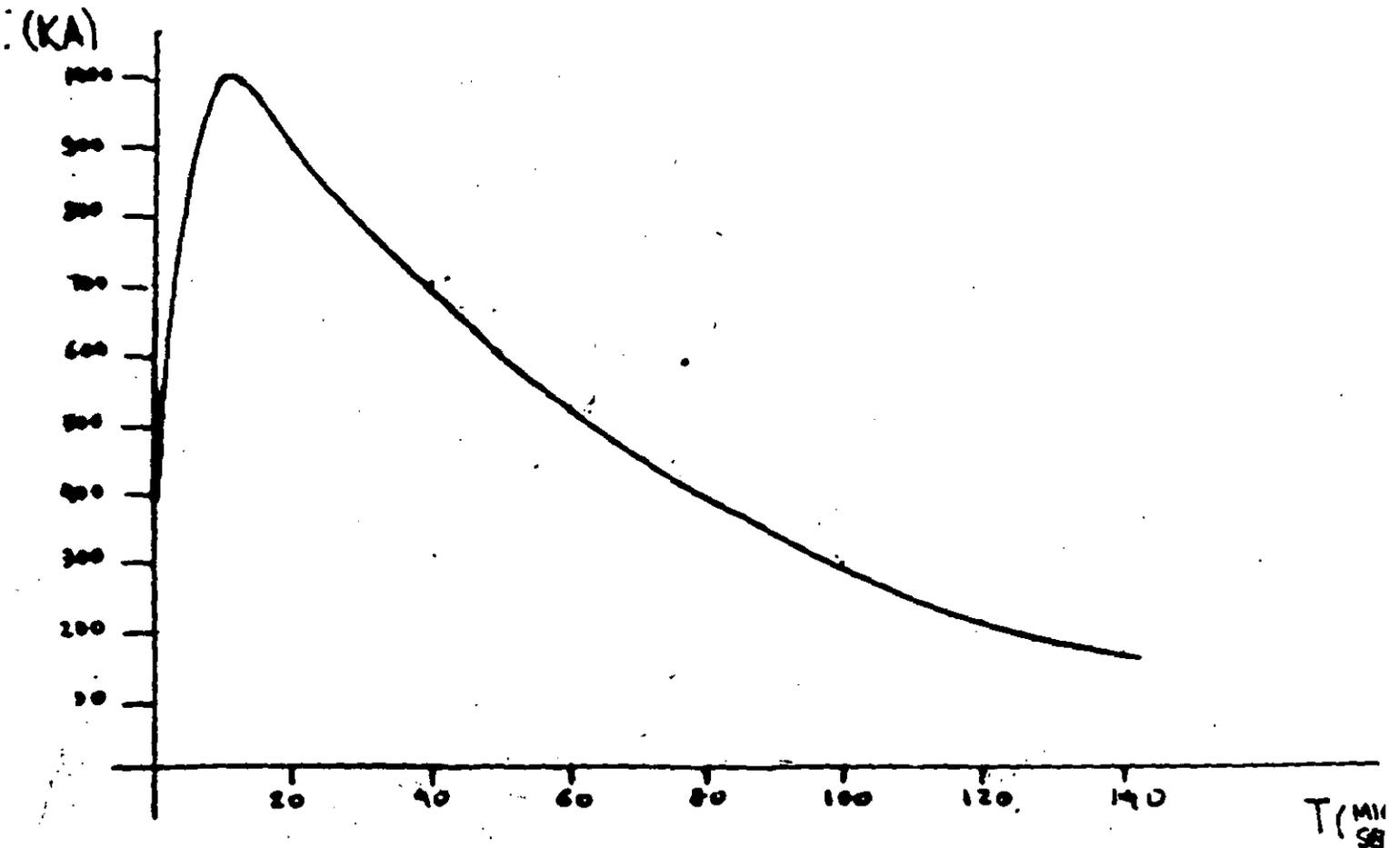
↳ CADA DESCARGA MAX. 100 CULOMBIOS

↓  
20 KWH

↓  
COMO  $\tau$  ES CORTO

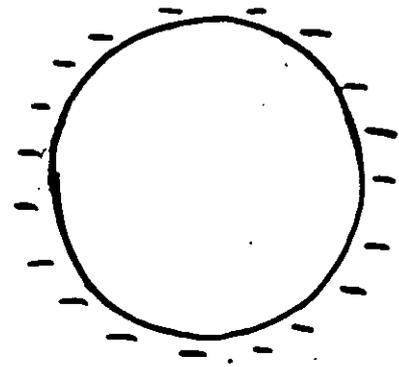
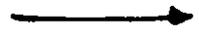
↓  
POTENCIA DEL  
ORDEN DE 1000's Kw.

## ONDA CONVENCIONAL



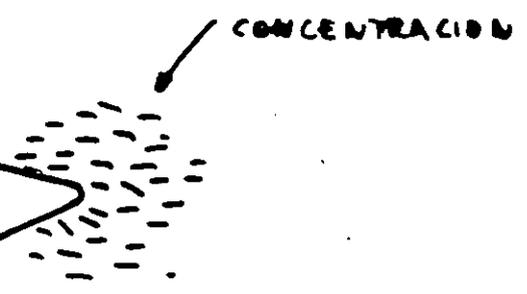
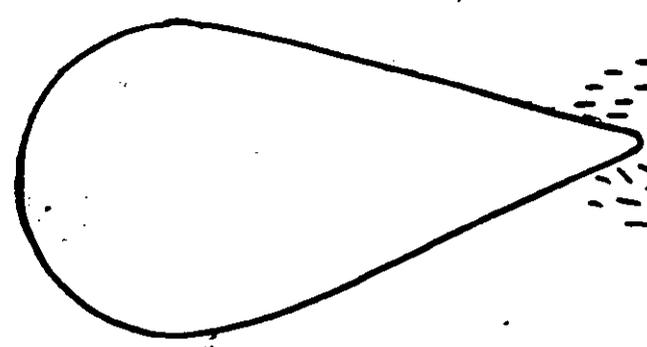
# PROPIEDAD DE LAS CARGAS ELECTROSTATICAS :-

VOLUMEN UNIFORME  
SIN ARISTAS

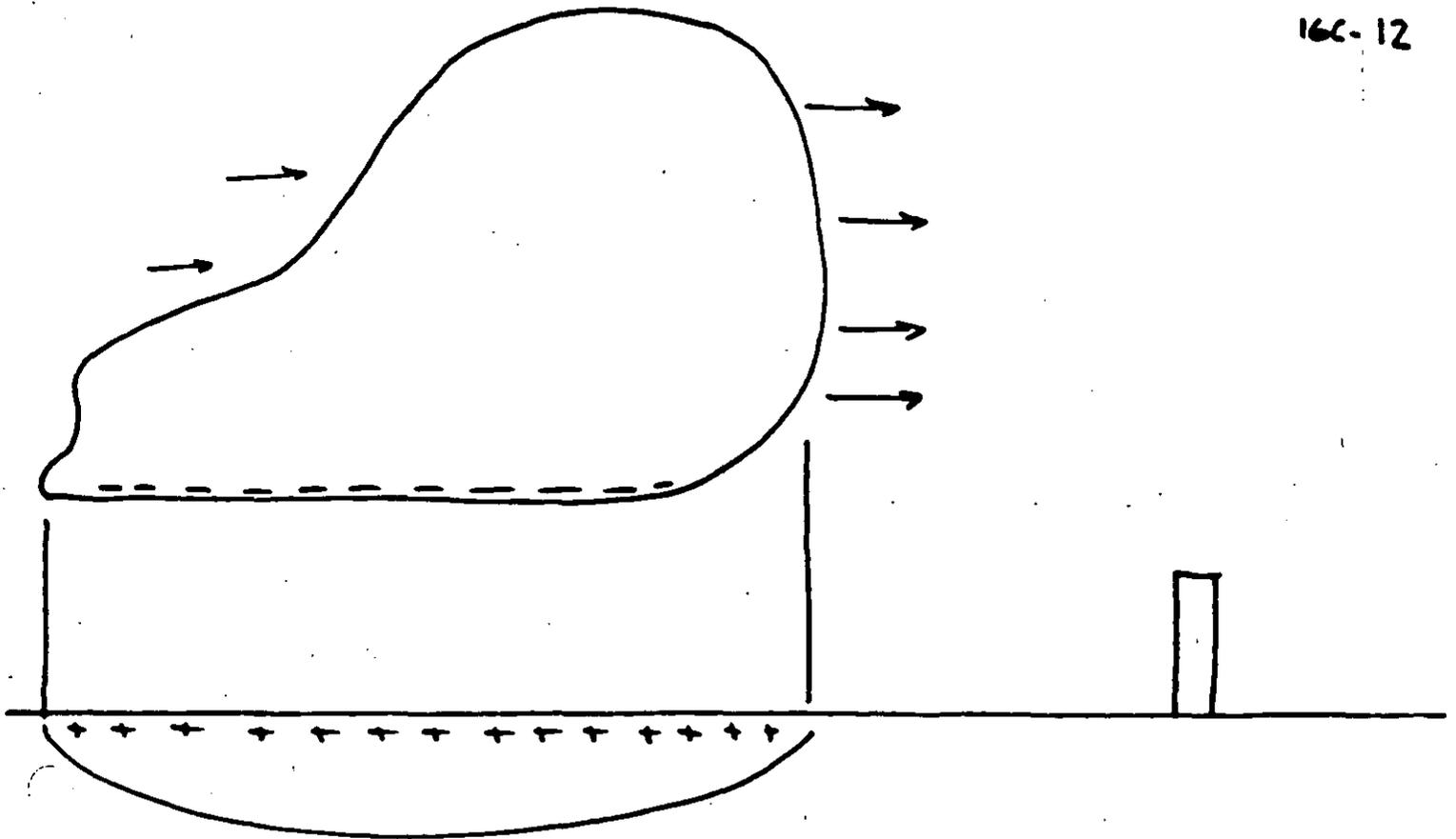


DISTRIBUCION UNIFORME

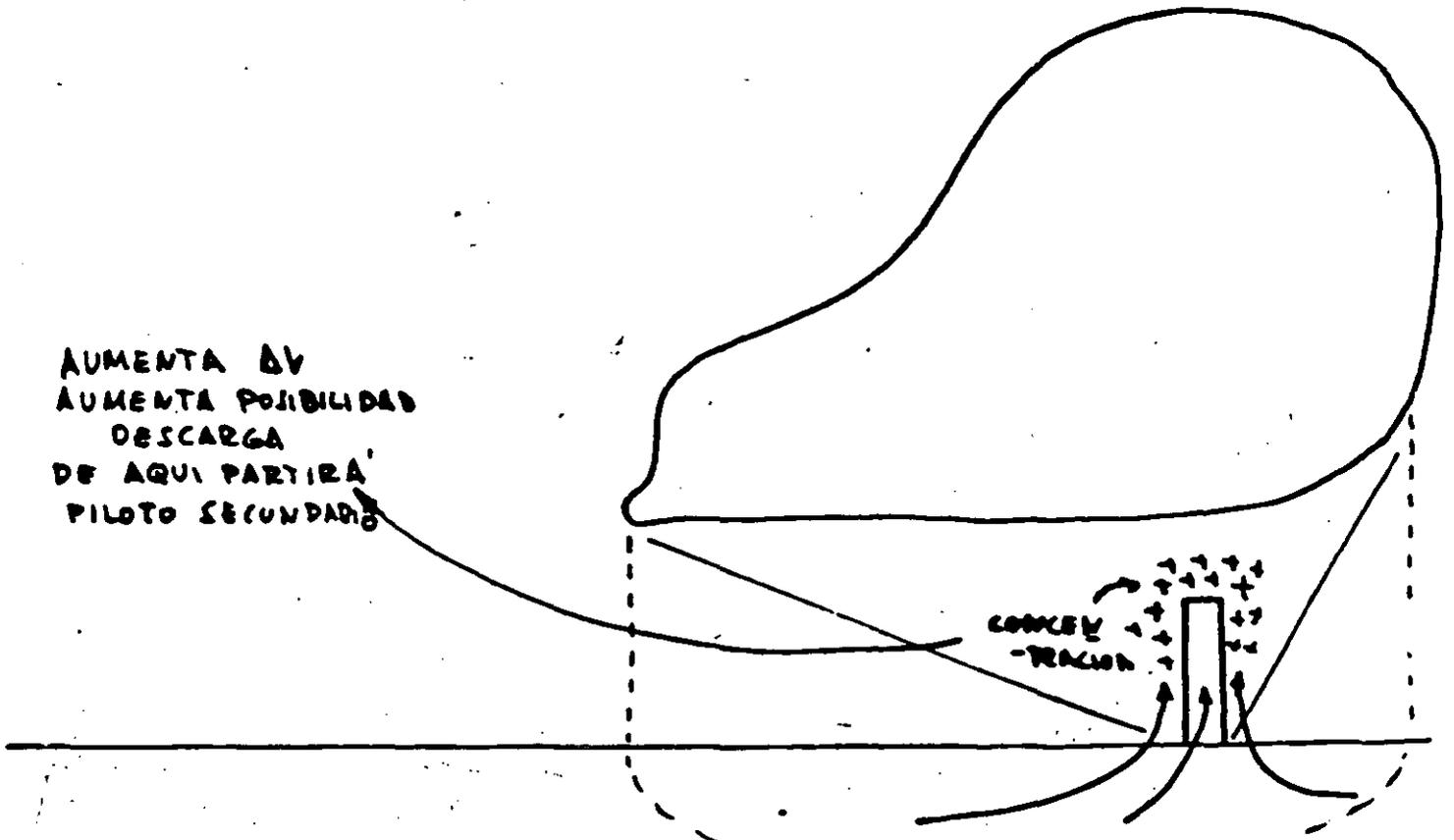
VOLUMEN NO UNIFORME



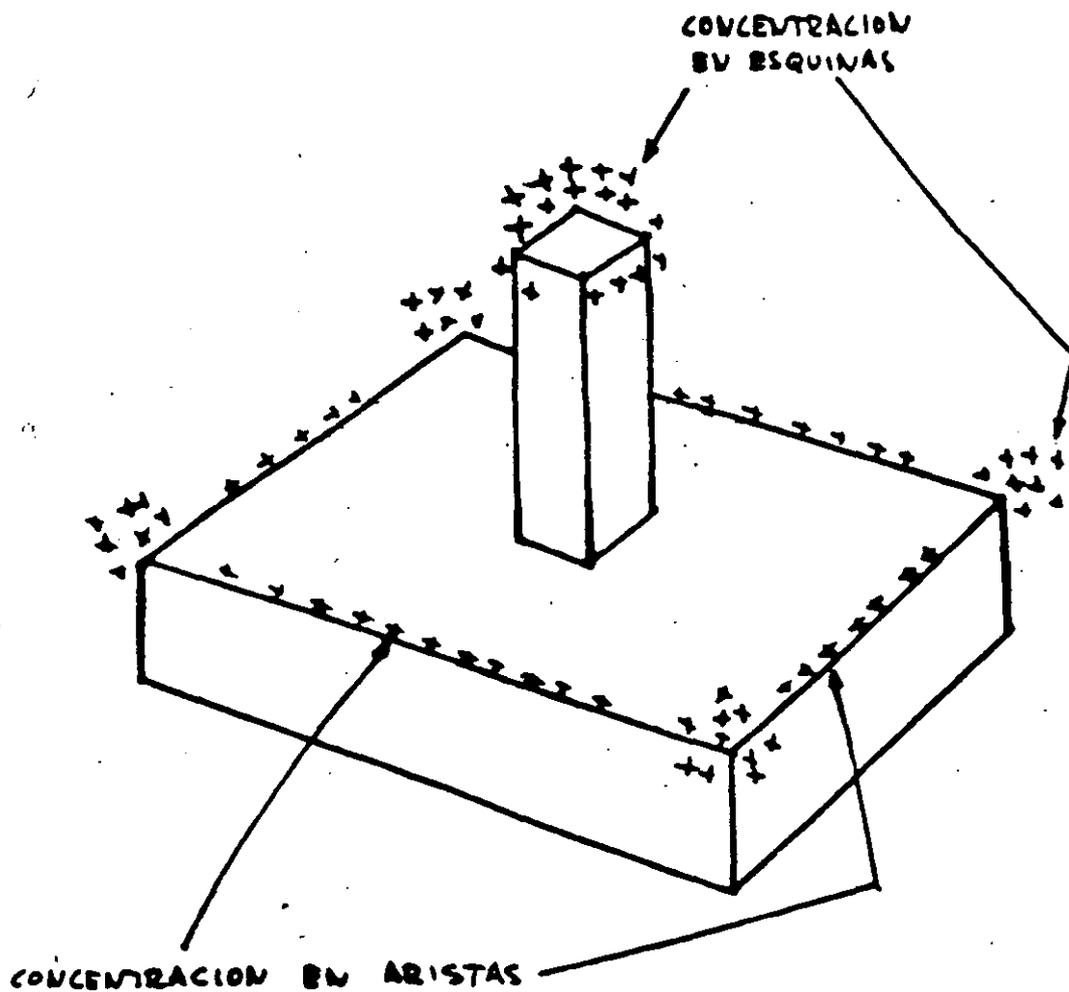
CONCENTRACION



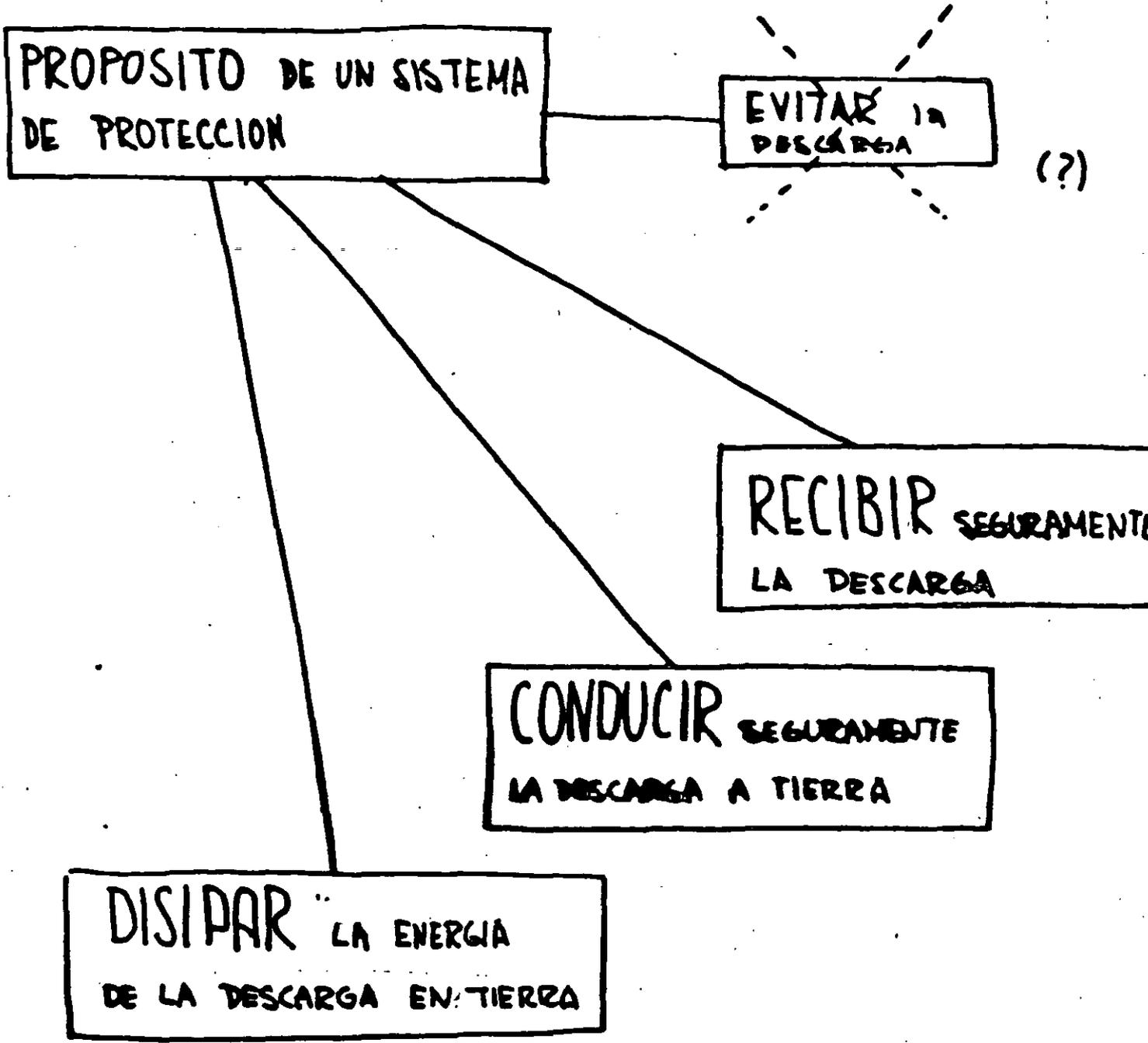
AUMENTA DV  
AUMENTA POSIBILIDAD  
DESCARGA  
DE AQUI PARTIRA  
PILOTO SECUNDARIO



CONCRETO  
- TRACION



# ANALISIS DE LOS SISTEMAS



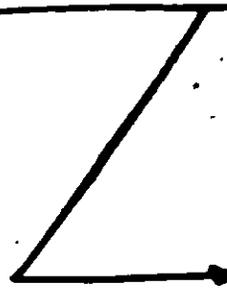
# ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PROTECCION

① - RECEPTOR (PUNTAS).

② - CONDUCTOR (RED DE CABLES).

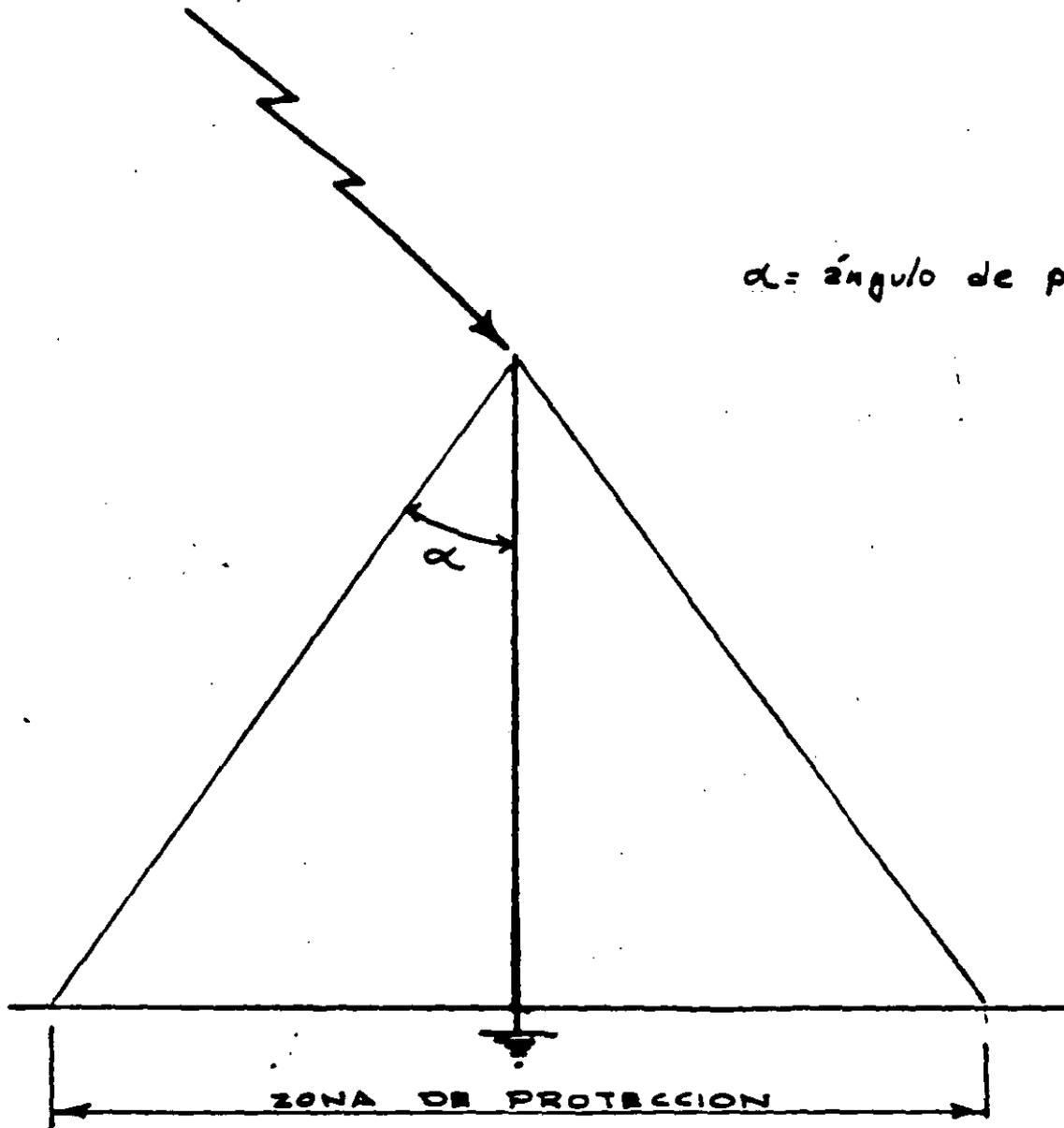
③ - DISPERSOR (ELECTRODOS DE TIERRA).

DIFERENTES SISTEMAS



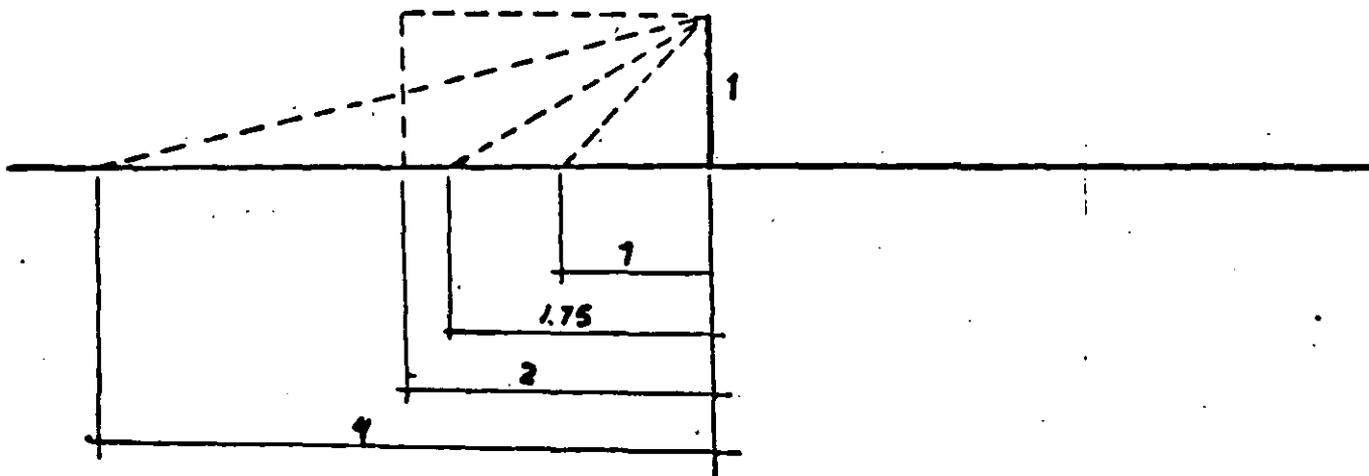
DIFERENTE UTILIZACION DE LOS ELEMENTOS (1) 2) 3)

# SISTEMA FRANKLIN



$\alpha$  = ángulo de protección

EN DESUSO EN LA  
REGLAMENTACION U.L.  
Y NFPA PARA EDIFICIOS.



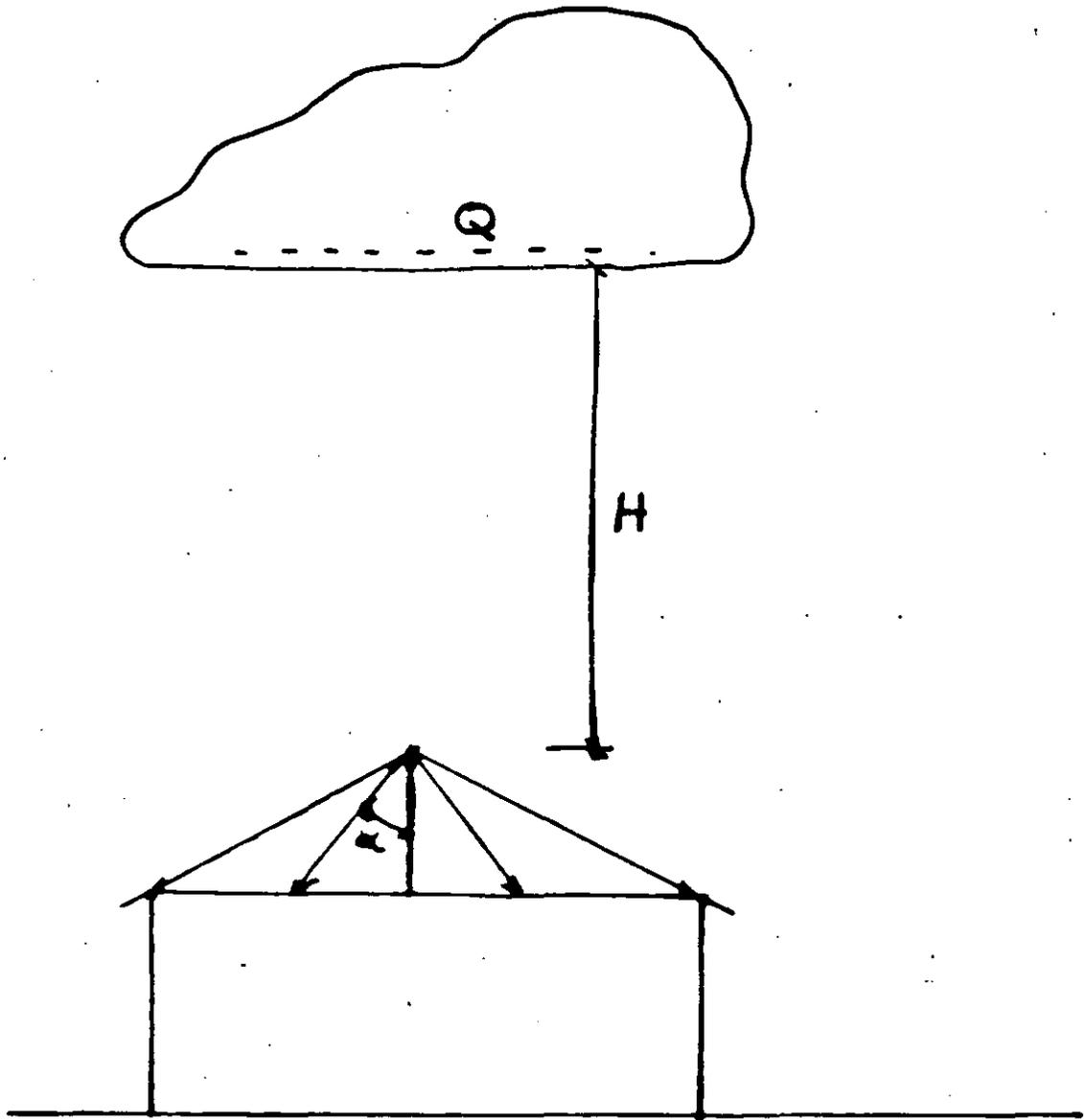
1875 - COM. PARIS = 1.75

1823 - GAY LUSSAC = CILINDRO = 2

1881 - ADAMS = 1

1923 - PEEK = 2-4

1945 - L.P.C. = 1 (limitado)



$$\alpha = f(H, Q)$$

NO PERMITE SEGURIDAD  
EN EL DISEÑO.

## WHAT CAN HAPPEN WHEN LIGHTNING STRIKES?

19

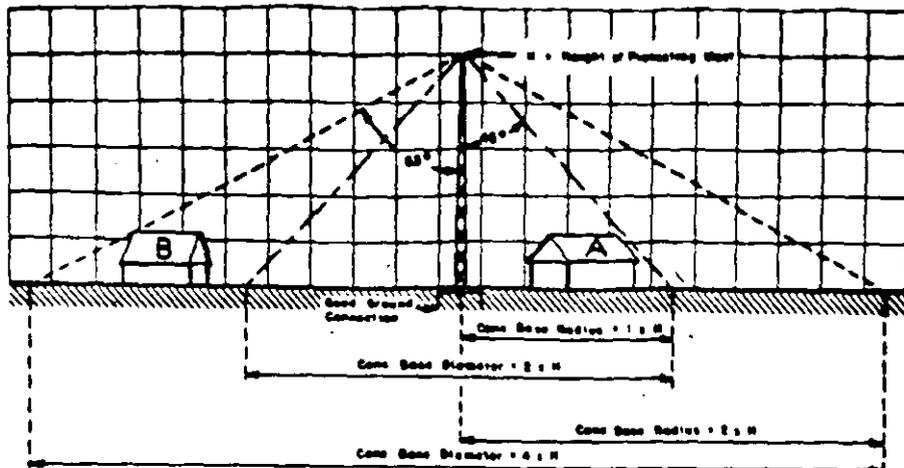


Fig. 16. Illustration of "cone-of-protection" or "angle of shielding." Building "A" located within a 1 to 1 (radius to height) cone, or 45-degree angle of shielding, will be protected against practically all strokes. Building "B" within 2 to 1 cone, about 63-degree angle, will be protected against the majority of strokes, but may be hit occasionally.

upward from the points at the instant just preceding a lightning stroke, thereby raising the effective height to the point where the upward streamer intercepts the stroke.

However, the basic principle of cone-of-protection ~~is not infallible~~ and there can be rare cases where lightning will hit within even a conservative cone. An example of flagrant violation of the principle was a recorded stroke that hit the side of the Empire State Building 50 feet below the top.

A high tree, close to your house, may provide some cone-of-protection or shielding of your house from direct stroke, if the house is well within the tree's cone-of-protection. However, this is not a happy relationship, because a stroke to the tree could shatter it, with the possibility of heavy limbs falling through the house; or the stroke may come part way down the tree and then sideflash to the house, causing as much lightning damage to the house as if it were directly hit. Lightning rods extending from the tree's topmost branches to driven ground electrodes at the tree's base will protect the tree against shattering, but sideflash may still occur from the rodged tree to the house, particularly if grounded metallic systems in the house present a better path to earth. Furthermore, severe gales, or even high winds that accompany violent thunder storms, often uproot trees or break off major portions or limbs, and may thereby remove or destroy any shielding effects from the tree. Therefore, where high trees close to a house present conspicuous and likely targets for lightning, the safest practice is to apply a lightning conductor to the tree to prevent lightning from shattering the tree, in addition to a lightning rod system on the house for the real and durable protection against either sideflashes or direct

hits. In any case, the lightning rod grounds around the base of the tree should be bonded by underground conductor extending to reliable grounds and metallic bodies, such as water pipes, well casings, heating system piping or ducts, sewer pipes, etc., that are available at or within the house.

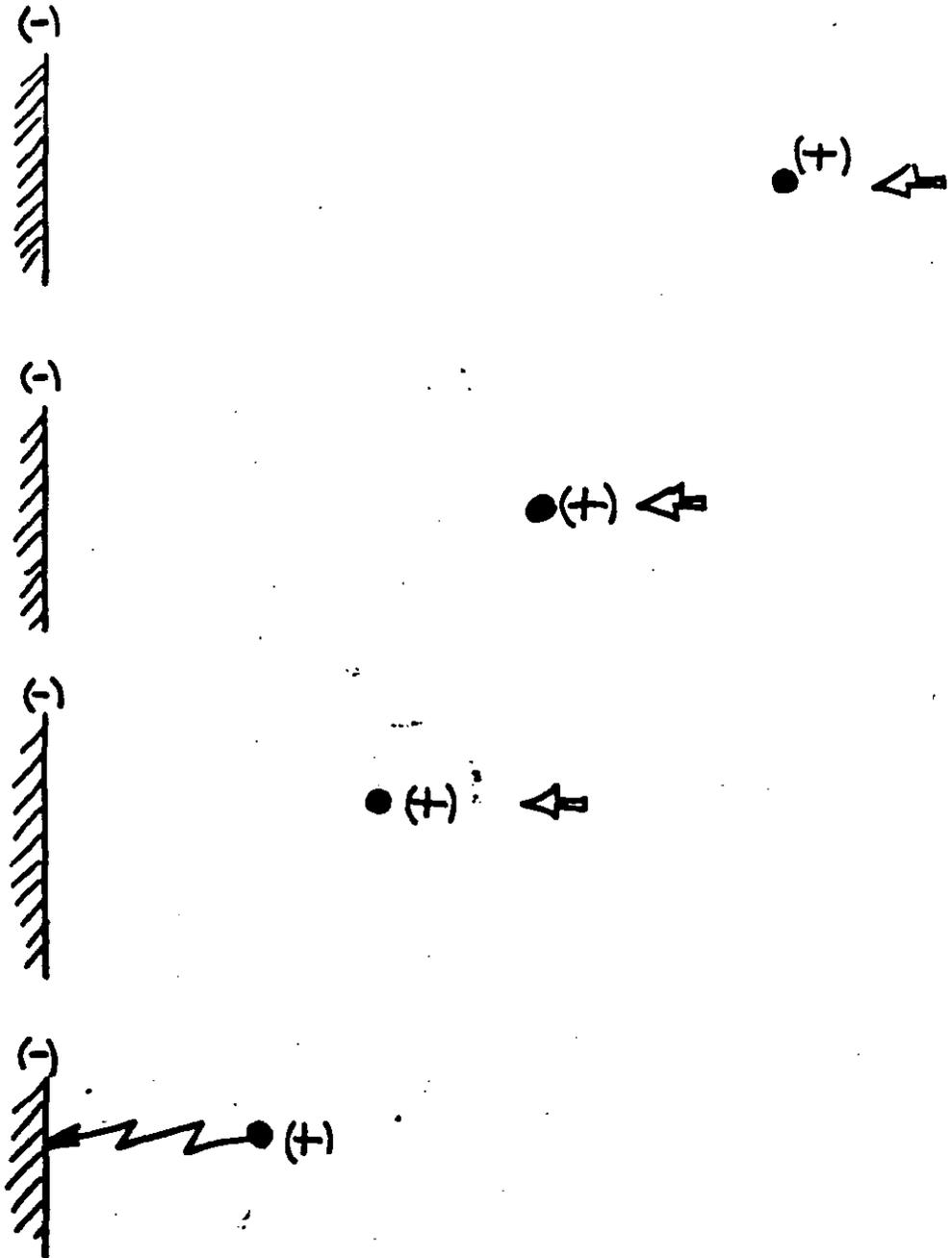
Lightning is just as likely to strike buildings of wood, masonry, or steel; or masts, poles, or trees of any kind, that present comparable height and exposure. However, as the stroke leader approaches earth, the charges in the earth rush into the area directly beneath the downward leader, often causing sufficient concentration of earth charges to produce upward streamers several feet long extending from the tops of earthly objects, and the object that happens to have the highest streamer formation may become the point that is struck. See Fig. 3. This is why "air terminal points" are used as the uppermost extensions of lightning rods. The points aid the formation of upward streamers that "pilot" the stroke to the rodding system.

Altogether, the many variables and influences make it difficult to forecast accurately where, how often, and where lightning will hit your neighborhood or your property. The difference in density of rainfall may affect where and what lightning may strike in your neighborhood. Storms vary from year to year and it may require many years to indicate true probabilities. For example, the Empire State building was hit as few as 3 times in 1939, as many as 48 times in 1947, but averaged 23 hits per year over 11 consecutive years. Therefore, any appraisal of what, when, and where lightning will strike, must be based largely on the foregoing facts about lightning and its behavior, but recognizing the pertinent variables.

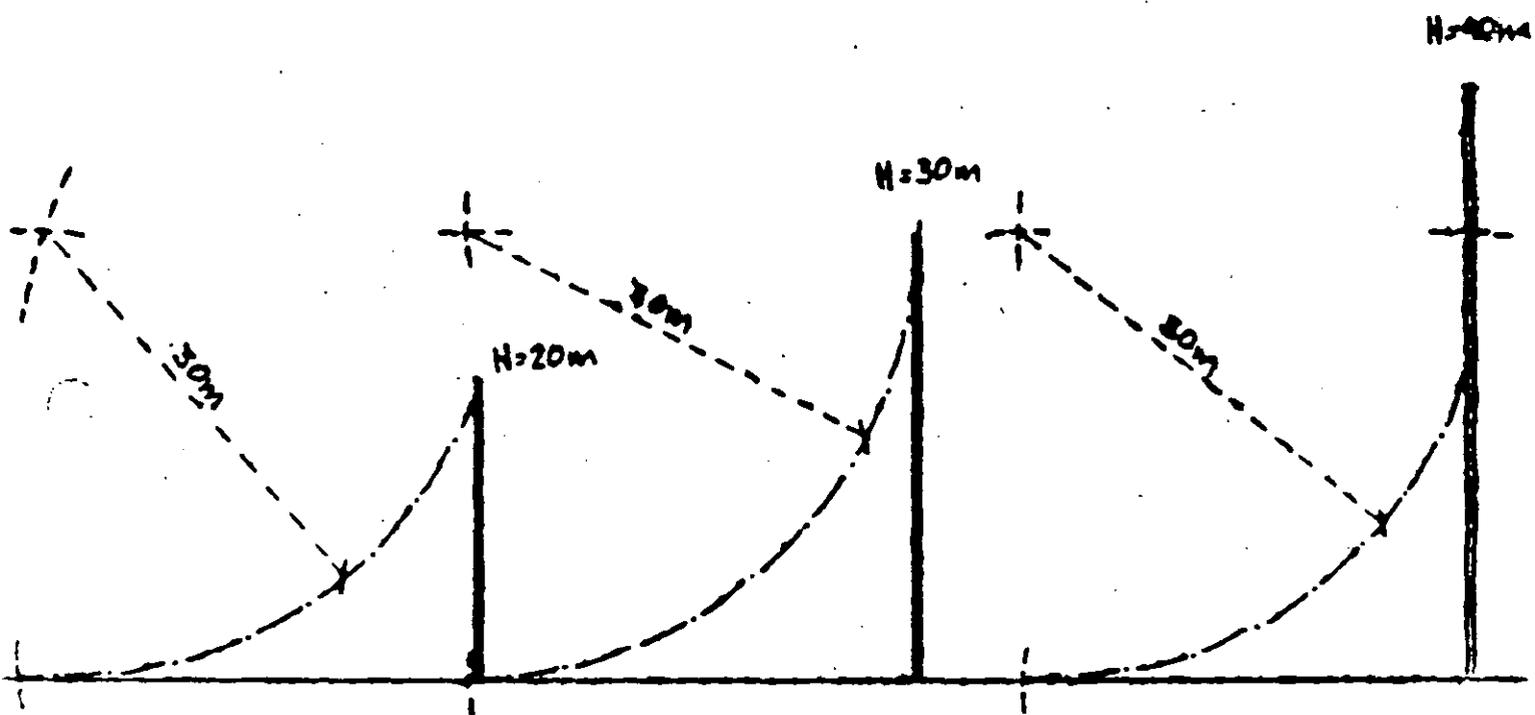
It is well to be familiar with the typical happenings and events that occur within the few millionths of a second when lightning strikes. Indeed, our knowledge of lightning's "modus operandi" in its furious assault is the only basis on which we can plan effective defense or exercise intelligent precautions against it.

When lightning strikes, its compelling objective is to complete a path to ground, or to metallic or conducting objects that are in contact with ground. Remember, the lightning stroke of thousands, or tens of thousands, of peres is a reuniting of electric charges in the earth beneath the storm cloud, with the opposite electric charges in the cloud. Therefore, the path of a lightning stroke is not completed by hitting the top of a house, but continues on — the gigantic sparking through any non-conducting materials — until it reaches earth, or an adequate conducting path to earth.

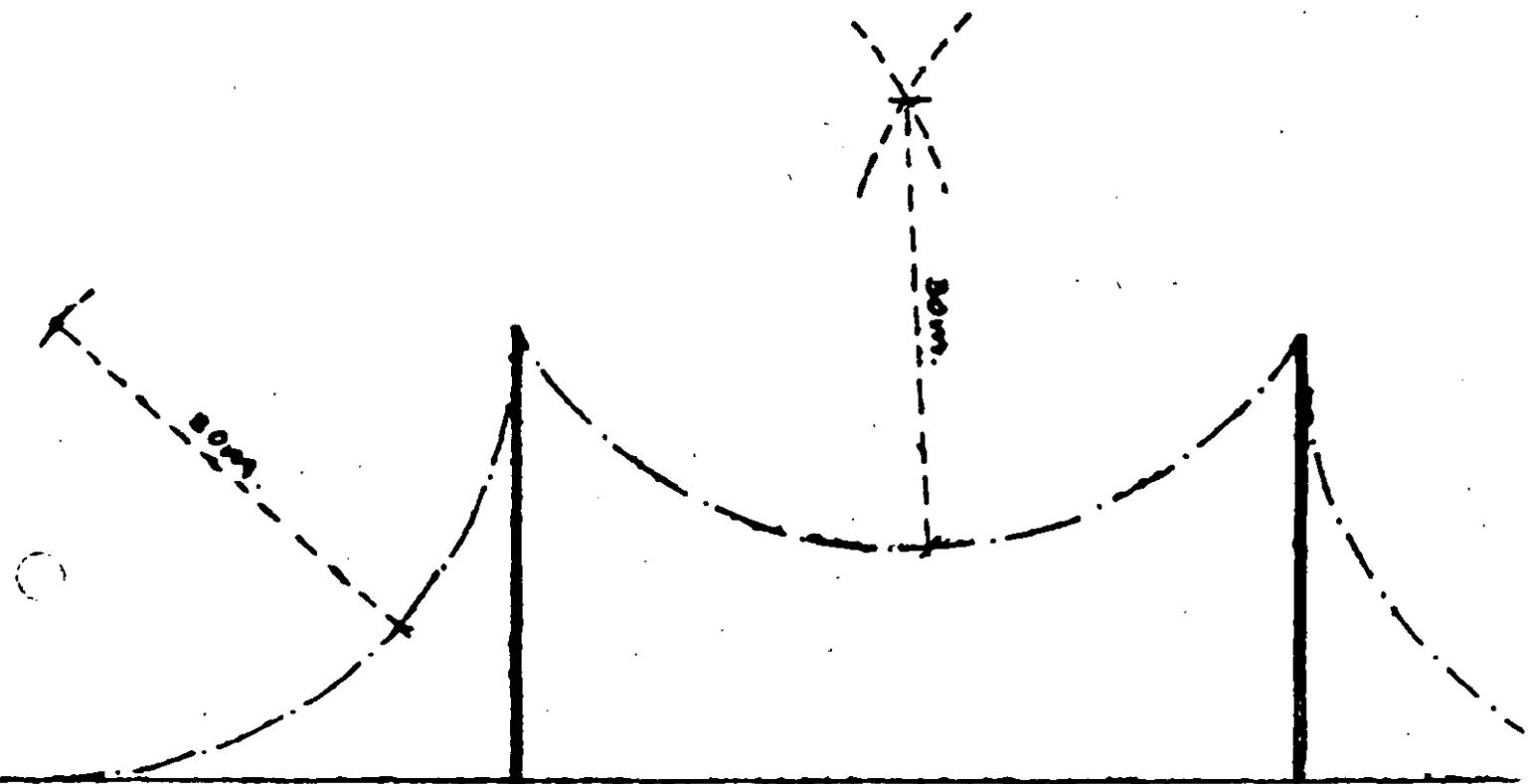
For example, lightning hits a chimney, follows part way down the non-conducting soot path inside the chimney, then bangs through the masonry and 8 feet across floor joists to a BX cable of the house wiring, and follows the conducting cable to its ground connection in the basement. But the stroke's fireworks and explosive shattering force prevails throughout the free path until it reaches the metallic conductor; and therefore, the chimney may receive a shattered gash down to a sizable hole opened through it where the stroke took off for the BX; the joists, or the floor above, or the ceiling below can be splintered or wrecked between the chimney and the BX. A BX cable may conduct some strokes without damaging much of the cable, but in many cases, the copper conductors within the steel armor will disappear by volatilizing to a gas. Another example; lightning hits the ridge of a dormer window, then shatters its course through 20 feet of ceilings, walls, or floors to the top of a shower bath fixture which happens to be the nearest grounded metallic object in the house to the stricken point. The explosive force through the free path of the stroke, the gable to the shower bath, have a shambles of splintered materials. Again, — lightning hits the ridge of a house having no wiring, plumbing, or water pipes; and as the stroke crashes through the building from top to top; but, because there was no attic connection to earth, the stroke bored through the earth, 1 to 2 feet for a distance of 155 feet, and



DISTANCIA de ARQUEO



ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO



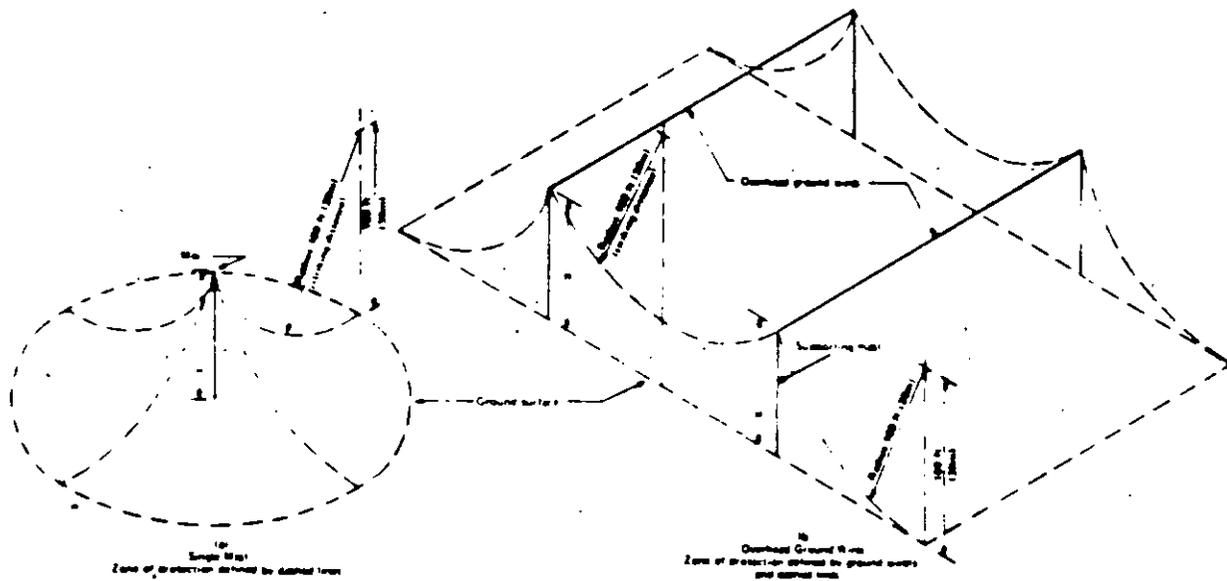


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).

24

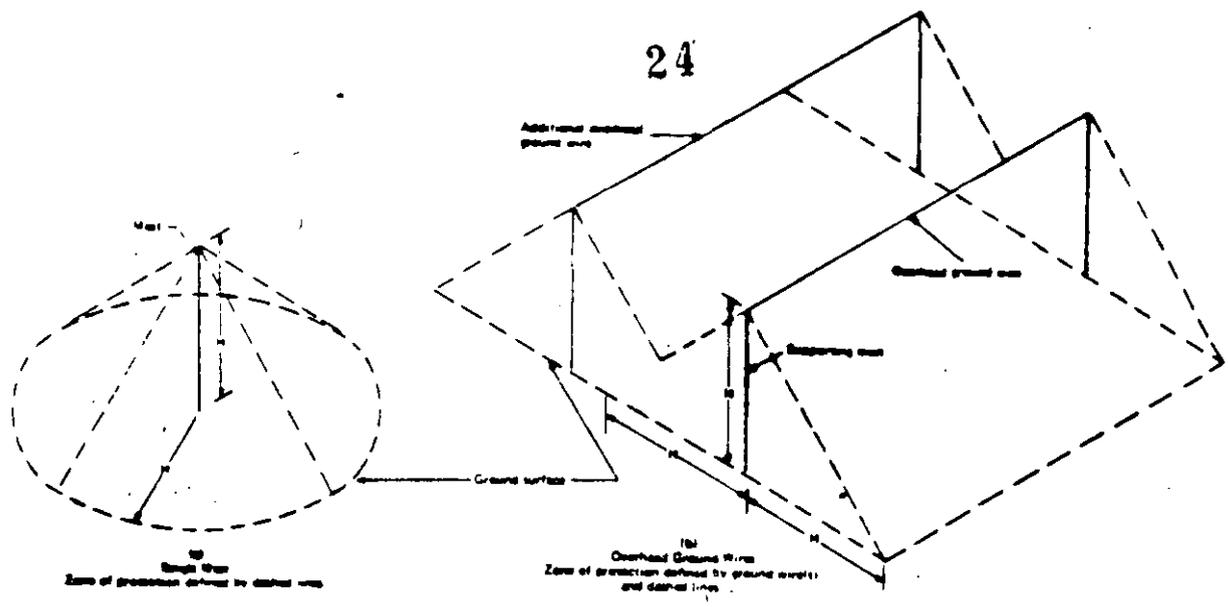
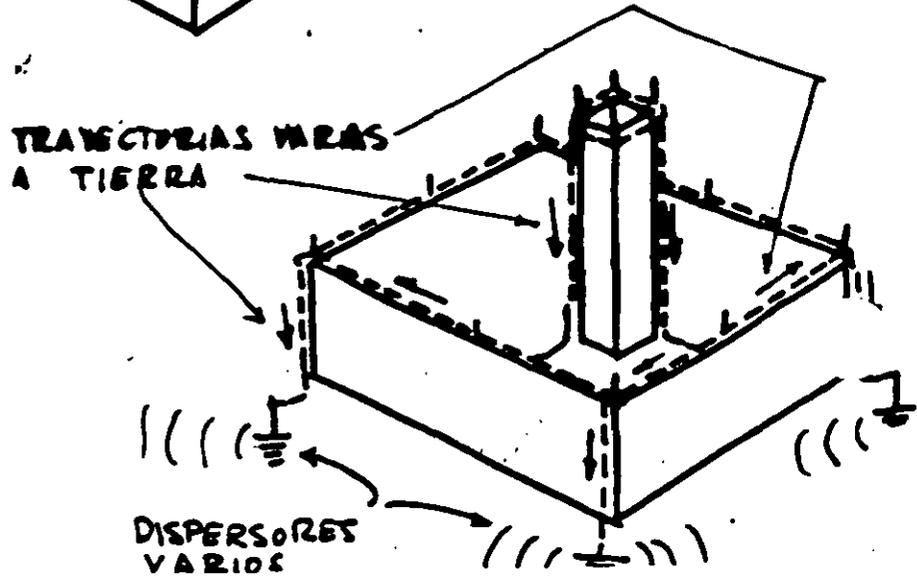
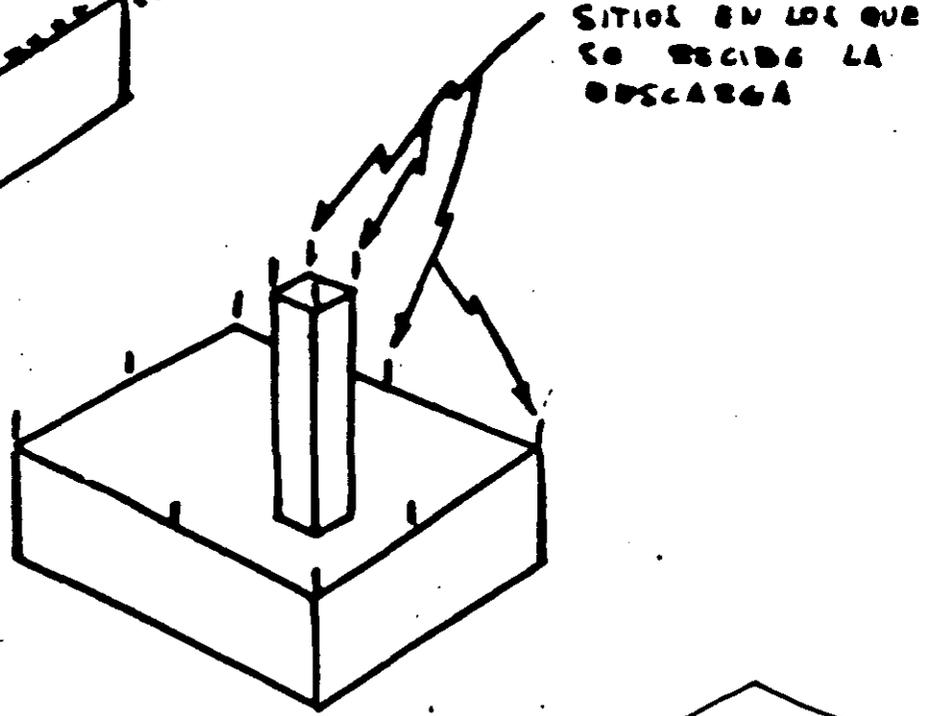
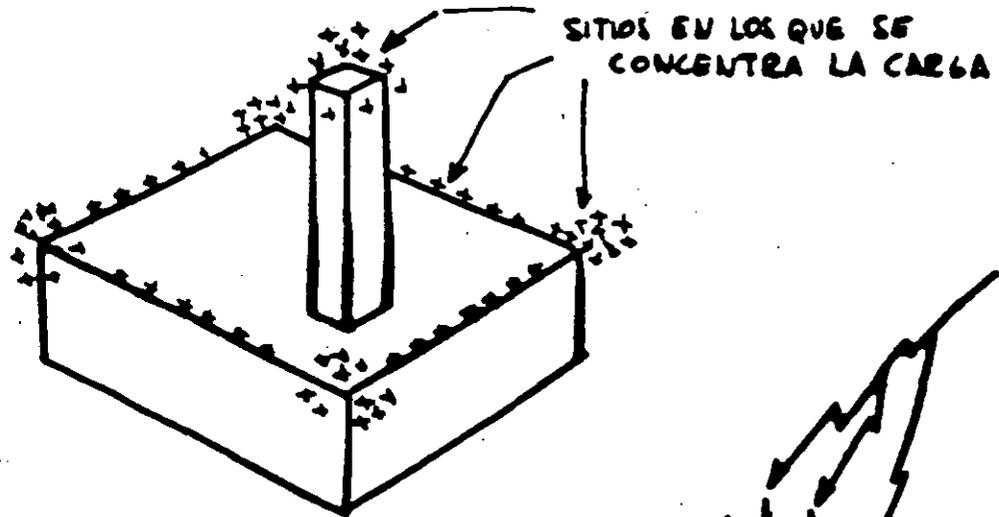


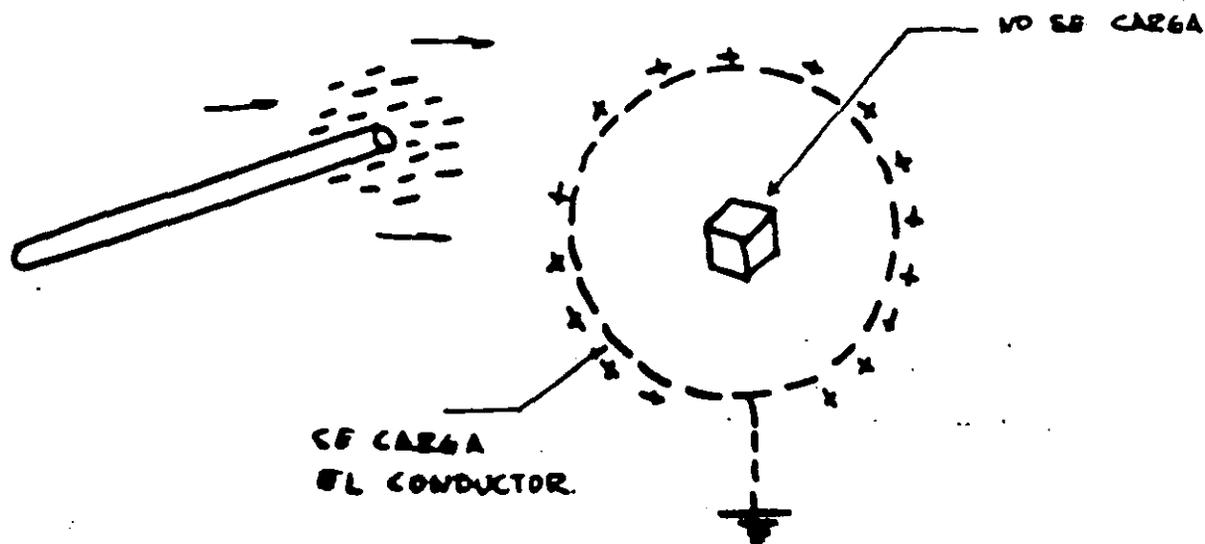
Figure 6-3.3.1. Zone of Protection for Mast Height "H" Not Exceeding 50 Feet (15m).

# SISTEMA FARADAY :-

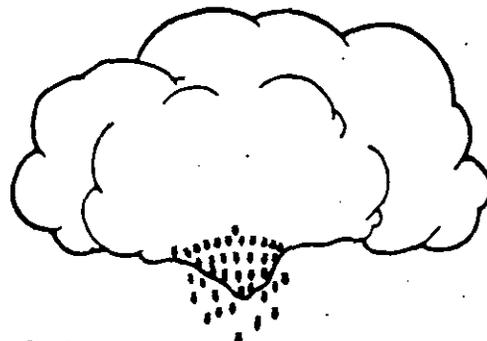
- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICO.
  - BLINDAJE ELECTROSTATICO



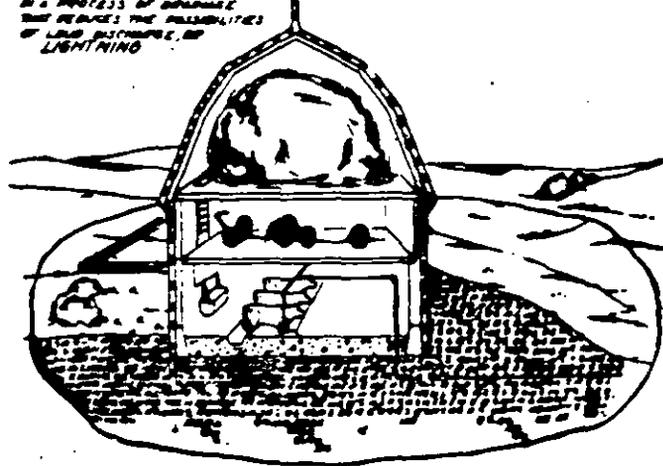
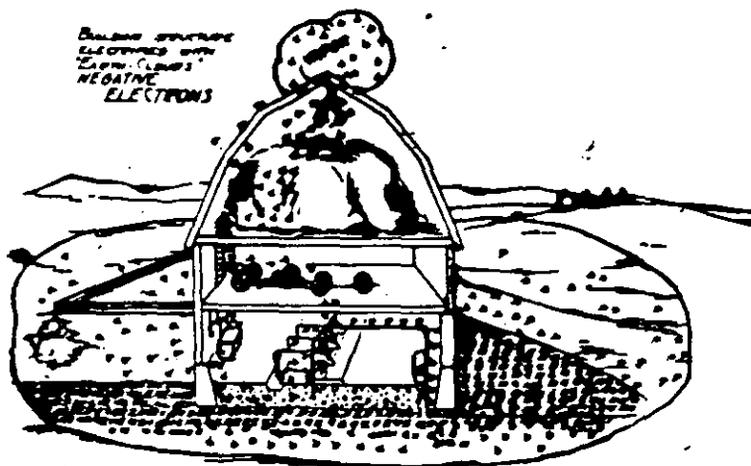
# • BLINDAJE ELECTROSTATICO

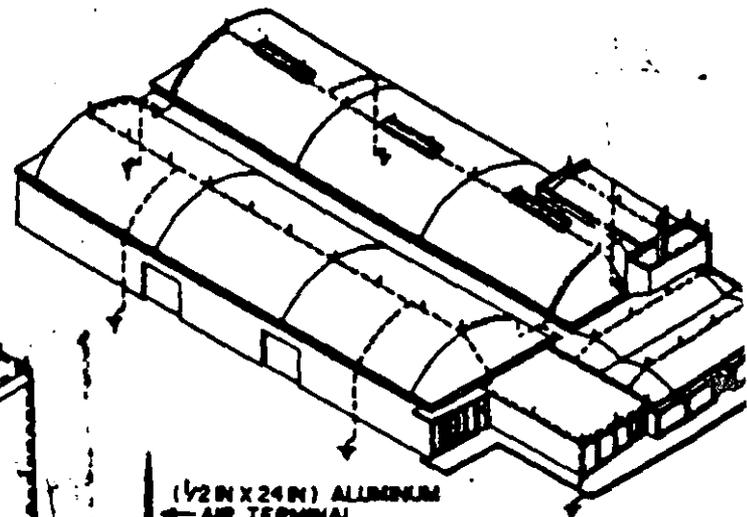
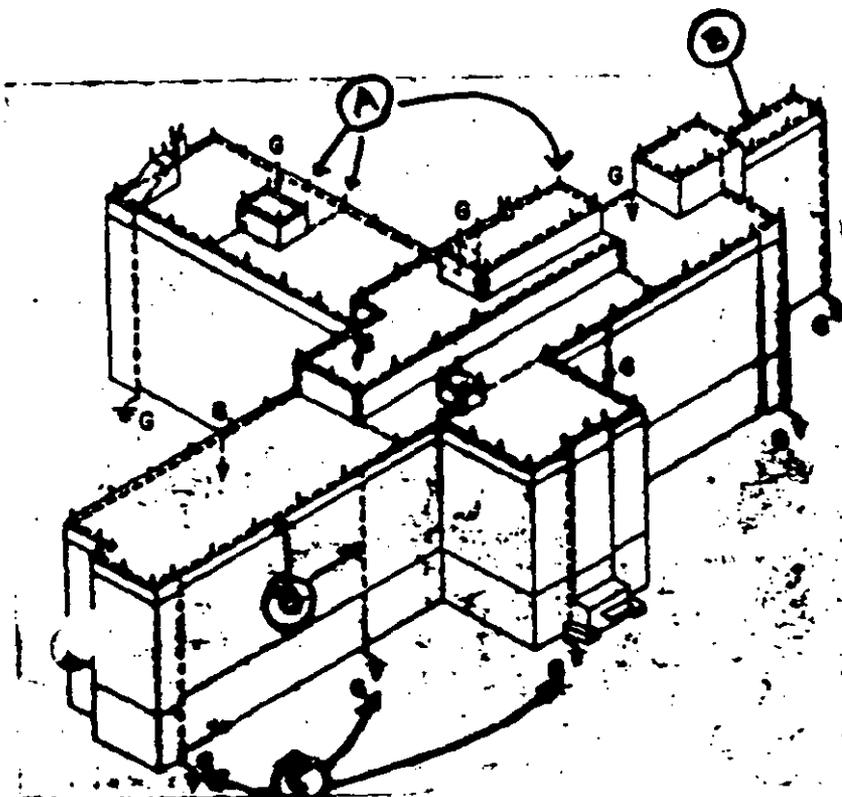


GAP BETWEEN "Sky-Cloud" and "Earth-Cloud"



THEY FALL OFF FROM THE  
TOPS OF THE POINTS AND GO  
IN A PROCESS OF DISCHARGE  
THAT REDUCES THE POSSIBILITY  
OF LEAD DISCHARGE, OR  
LIGHTNING





(1/2 IN X 24 IN) ALUMINUM AIR TERMINAL  
 ← AIR TERMINAL  
 → ALUMINUM CABLE CLIP  
 → ALUMINUM LINGUINE  
 → ALUMINUM POST BRIDGE  
 ← ALUMINUM ROOF  
 TYPICAL AIR TERMINAL INSTALLATION

VENTAJAS:-

• SEGURIDAD

• REGLAMENTADO → (1904).

• EXPERIMENTADO (194-~~1950~~)

• NORMALIZADO :

• OVERWITZER'S LABORATORIES

↳ UL96A

• NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

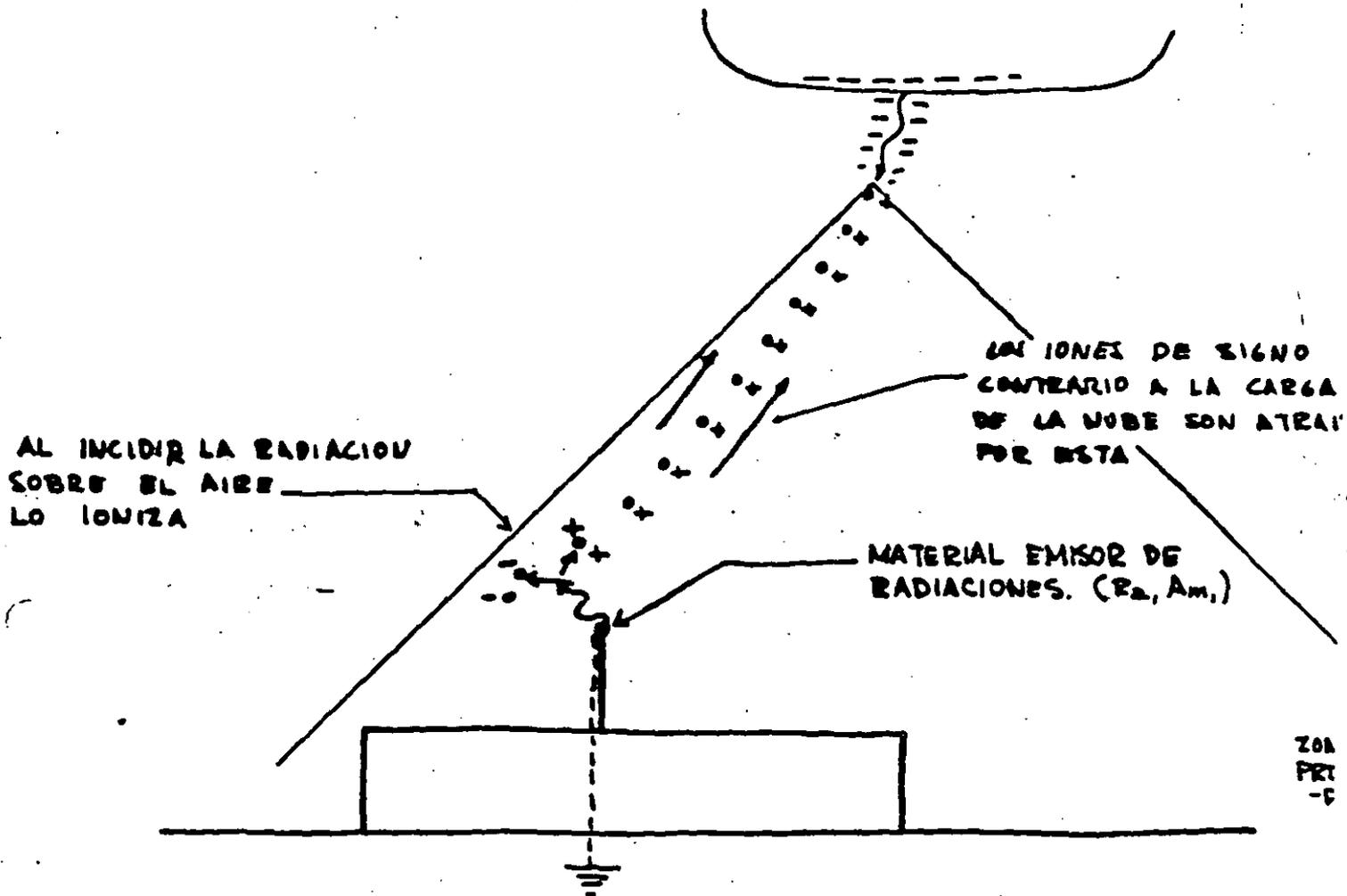
↳ NFPA-78

• ANSI.

• IEEE

# SISTEMA RADIOACTIVO

28



VENTAJAS: SENCILLEZ INSTALACION

DESVENTAJAS: USO MATERIAL PELIGROSO (RADIACION-CONTAMINACION)

↳ RESTRINGIDO EN MEXICO.

FOUNDED 1884

**Underwriters' Laboratories, Inc.**  
*For Service - Not for Profit*

SPONSORED BY  
**National Board of Fire Underwriters**



## *Installation Requirements*

# MASTER LABELED LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS

UL 96A  
Eighth Edition

JUNE, 1963

EPA  
78

Approved  
1977  
An American  
National  
Standard

# LIGHTNING PROTECTION CODE 1977



NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

470 Atlantic Avenue, Boston, MA 02210

# SISTEMAS DE PROTECCION

VS

30

# DESCARGAS ATMOSFERICAS

## INSTALACION

DE ACUERDO CON  
NFPA-78  
UL96A

### ELEMENTOS de ANALISIS:-

- 1 - UBICACION de PUNTAS
- 2 - TRAYECTORIA de CONDUCTORES
- 3 - UBICACION de ELECTRODOS de TIERRA
- 4 - CONEXIONES ADICIONALES
- 5 - SISTEMAS de INSTALACION
- 6 - ESPECIFICACION de MATERIALES.

# UBICACION PUNTAS :

- LOCALIZACION
- ESPACIAMIENTO
- ALTURA

31

15-24

LOCALIZACION - SITIOS DE INCIDENCIA DEBIDO A CONCENTRACION DE CARGA EN ELLOS :-

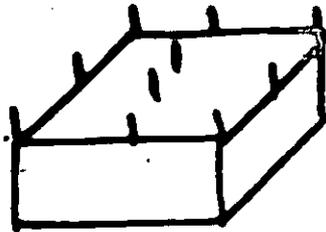
- ESQUINAS
- ARISTAS

• EN LA SUPERFICIE DE LA AZOTE

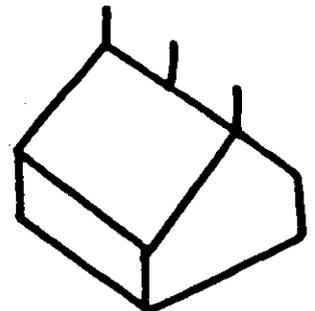
FUNCION DEL TIPO O FORMA DEL TECHO

CASIFICACION DE TECHOS:-

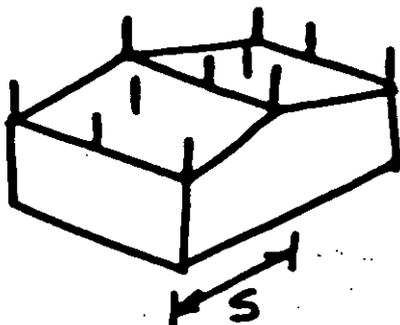
1) PLANO



2) INCLINADO



2) PENDIENTE LIGERA



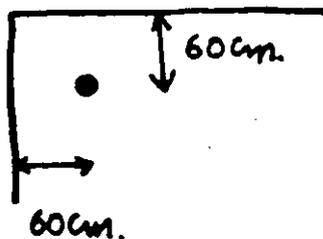
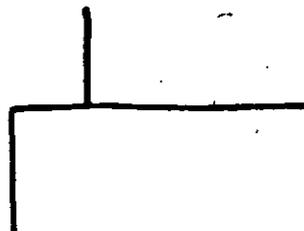
CONDICIONES:

$S < 12m$  Y PENDIENTE  $\leq \frac{1}{8}$

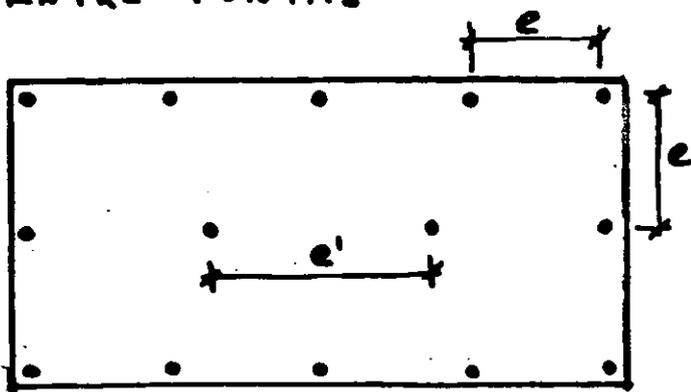
$S > 12m$  Y PENDIENTE  $\leq \frac{1}{4}$

# ESPACIAMIENTO PUNTAS

DEL LIMITE DEL CONTORNO:



ENTRE PUNTAS



$e \leq 6m$  HASTA ALTURAS DE PUNTA DE 60cm.

$e \leq 7.62m$  HASTA ALTEA DE PUNTA MAS DE 60cm

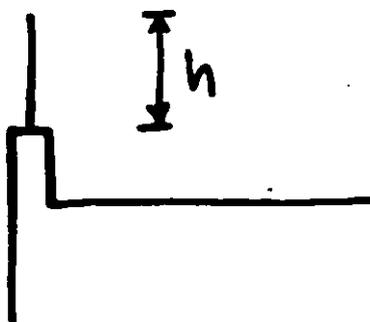
$e' \leq 15m.$

# ALTURA PUNTAS

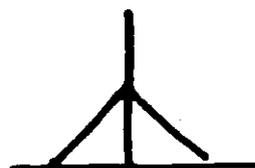
h:

$90cm > h > 25cm$

DEL OBJETO O CONTORNO PROTEGIDO



$h > 60cm \rightarrow$  TRIDIS

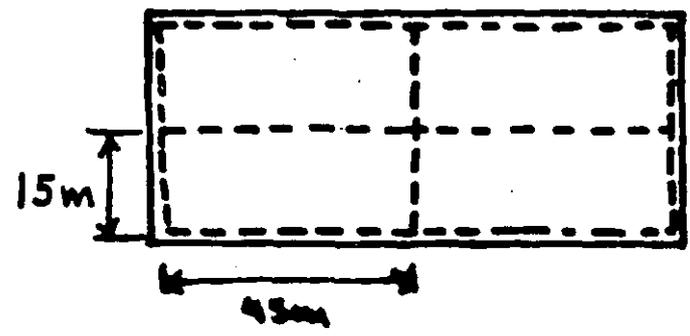


# TRAYECTORIA CONDUCTORES :-

## • HORIZONTALES

### CONDICIONES:-

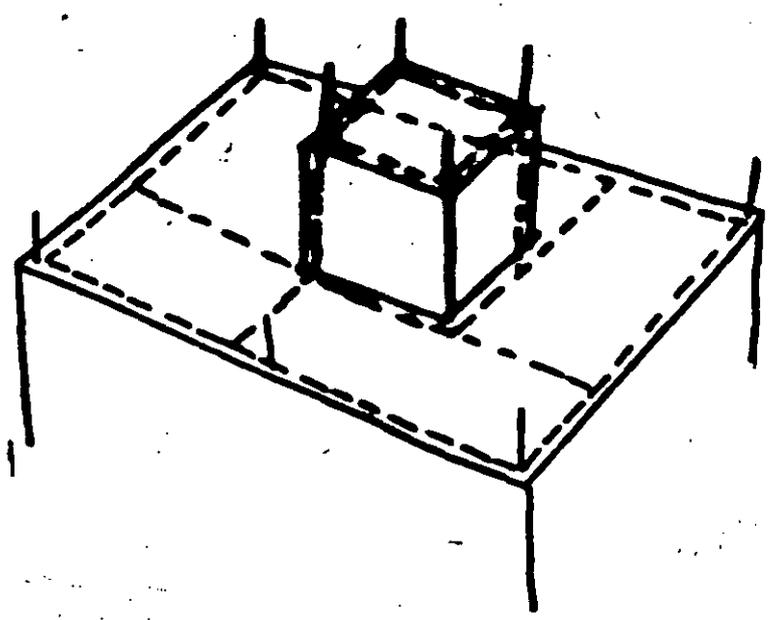
- 1) RED CERRADA QUE INTERCONECTA PUNTAS
- 2) 2 TRAYECTORIAS DIRECTAS A TIERRA (SIN CURVAS ASCENDENTES, DESDE CADA PUNTA
- 3) RADIO CURVATURA MINIMA = 20 CM.
- 4) ESTABLECER REDES INTERIORES CERRADAS DE DIMENSIONES MAXIMAS 15x45M.



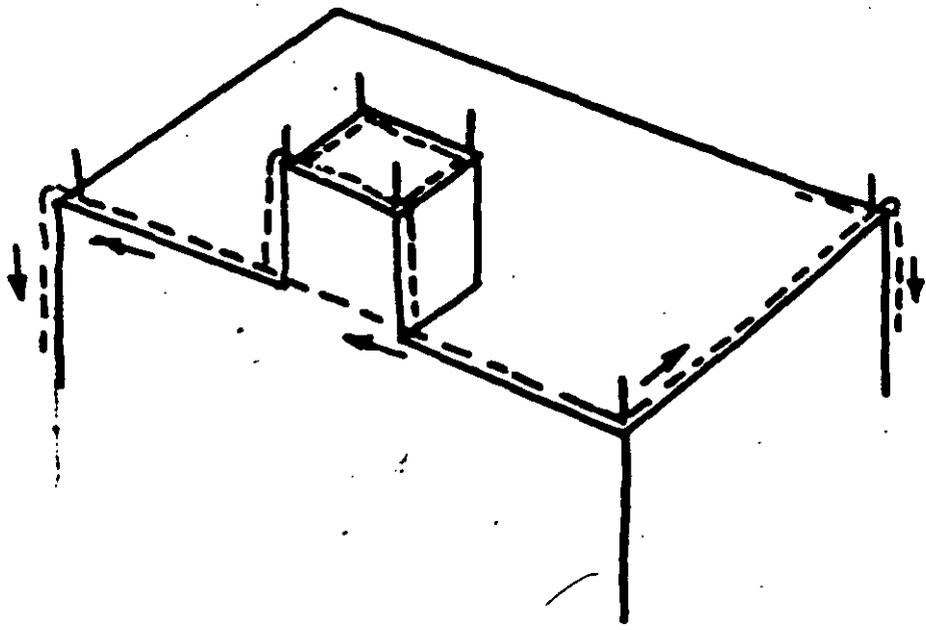
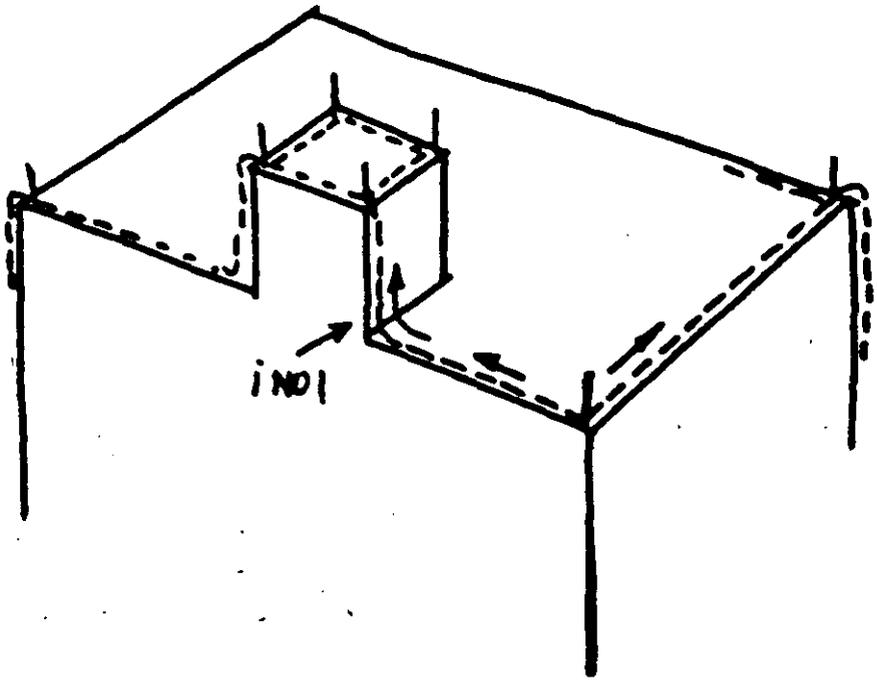
5) SECCION: CADA 30 CM.

### EJEMPLOS :

#### • RED CERRADA



2) TRAYECTORIA DOBLE



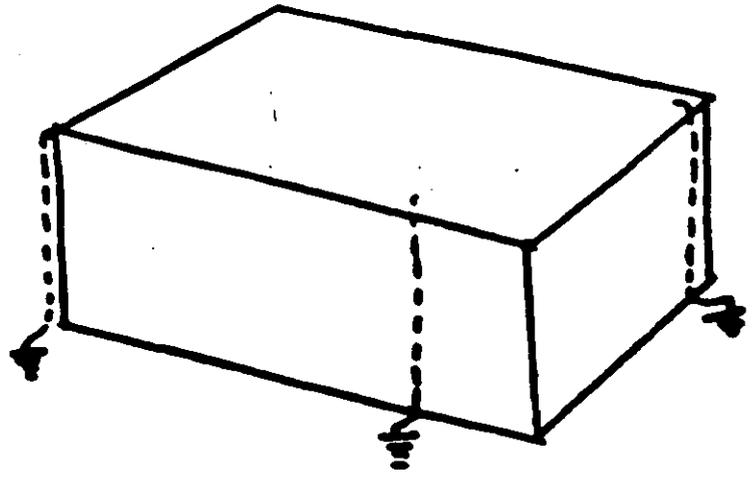
# TRAYECTORIA CONDUCTORES.

• VERTICALES.

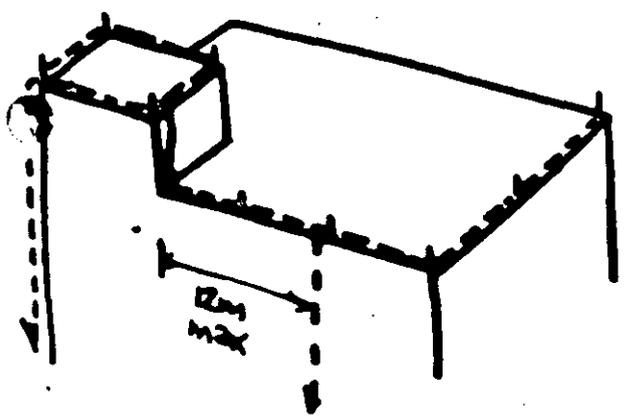
CONECTAN RED HORIZONTAL A TIERRA

LOCALIZACION:

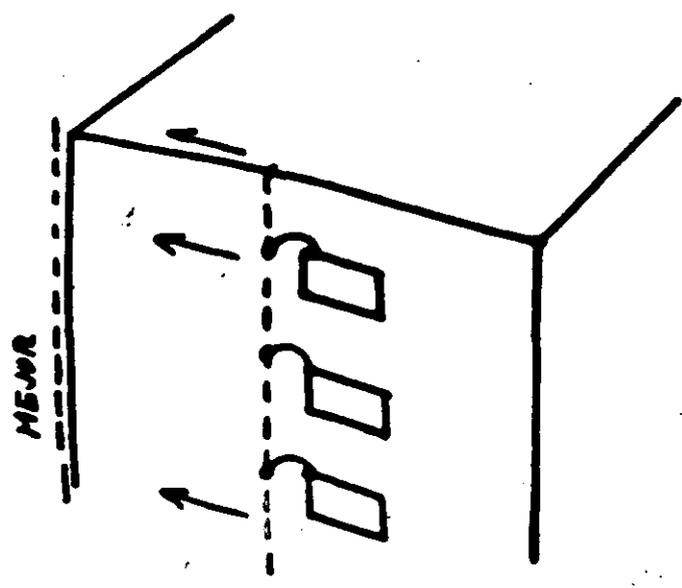
• CERCA UBICACION TIERRAS



TRAYECTORIAS DIRECTAS



• UBICACION CUERPOS METALICOS



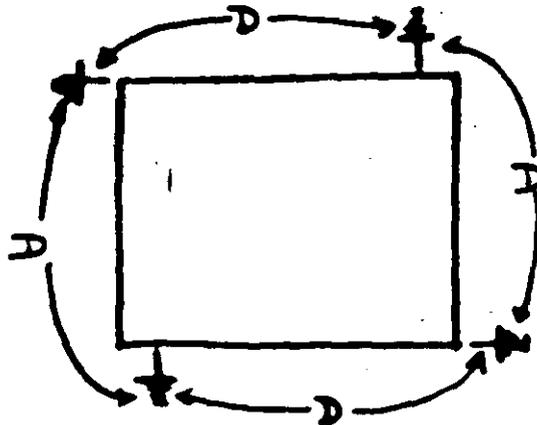
# CONEXIONES A TIERRA.

## OBJETIVO:

- PERMITIR QUE LA CONCENTRACION DE CARGA PREVIA A LA DESCARGA, QUE OCURRE EN EL TERRENO, TENGA ACCESO A LOS CONDUCTORES VERTICALES PARA FLUIR HASTA LAS PUNTAS.
- DISIPAR LA CORRIENTE DE LA DESCARGA EN EL TERRENO.

## CONDICIONES:

1) ESPACIAMIENTO UNIFORME

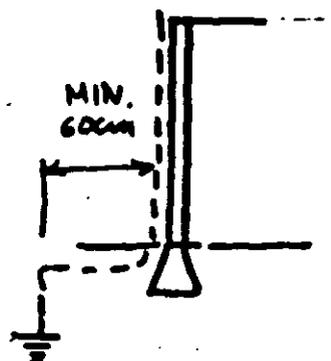
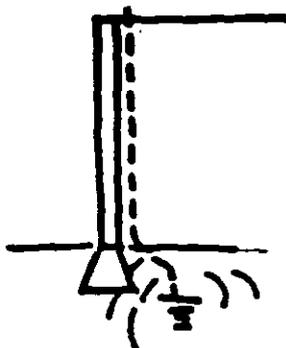


2) DISIPACION FACIL

↳ NECESARIO: BAJA RESISTENCIA EN CONEXION.

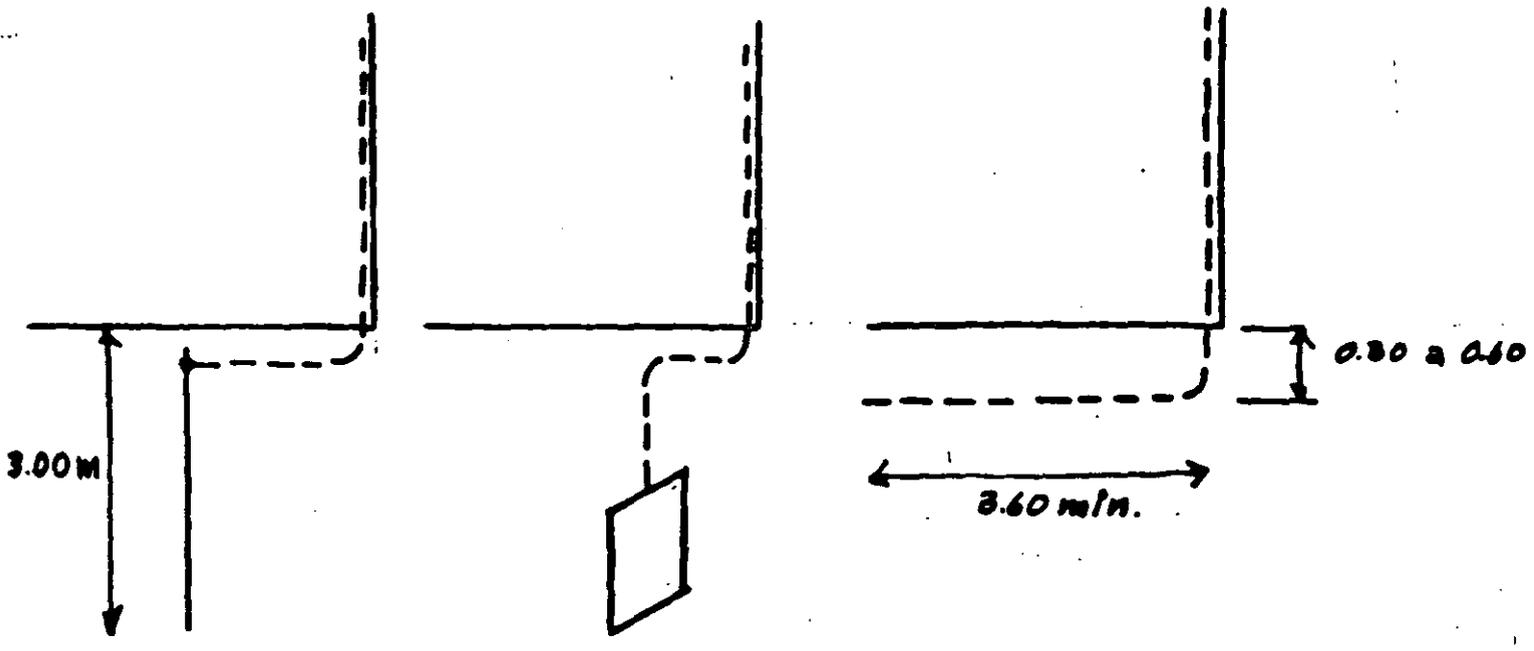
↳  $U_L: 50 \Omega$

SIN OBSTACULOS CERCANOS:

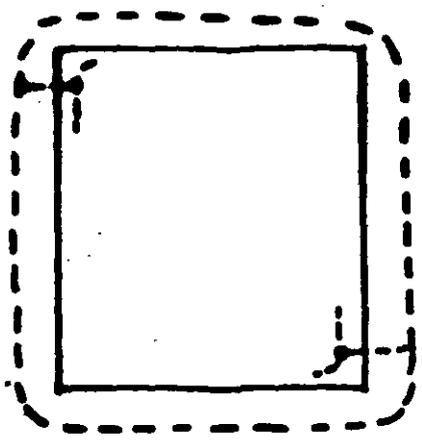


MEDIOS de CONEXION a TIERRA:

37



CONDICIONES CRITICAS: →

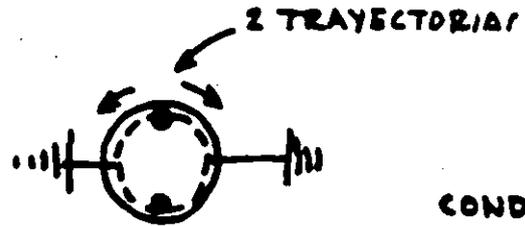


# CANTIDAD Y UBICACION TIERRAS

ES FUNCION DEL PERIMETRO PROTEGIDO

MINIMO → 2

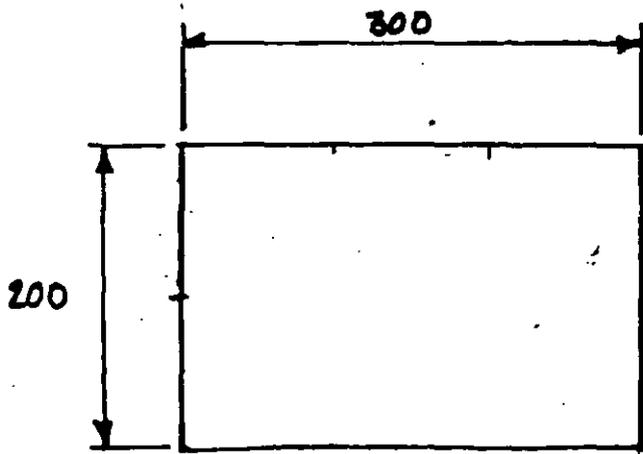
HASTA PERIMETRO DE 75 m.



CONDICION:  
OPUESTAS

MAS DE 75 m: → 1 TIERRA ADICIONAL POR CADA 30 m. EXTRAS DE PERIMETRO

EJEMPLO:-



$$\text{LONG: } 200 + 200 + 300 + 300 = 1000 \text{ m}$$

Nº TIERRAS:-

2 PARA 75 m.

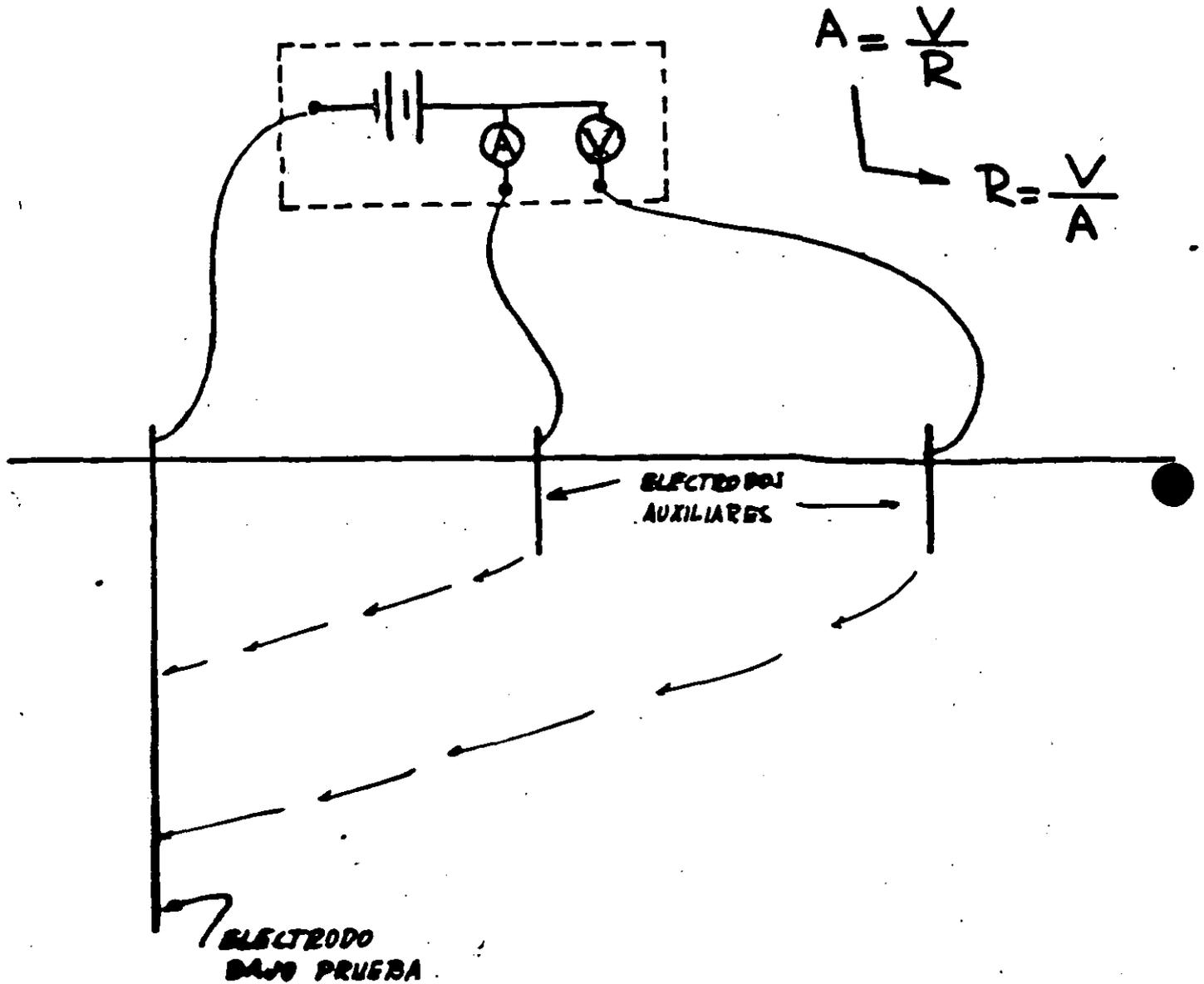
PARA EL RESTO:

$$31 = \frac{1000 - 75}{30}$$

33 TIERRAS

UNIFORMEMENTE  
ESPACIADAS.

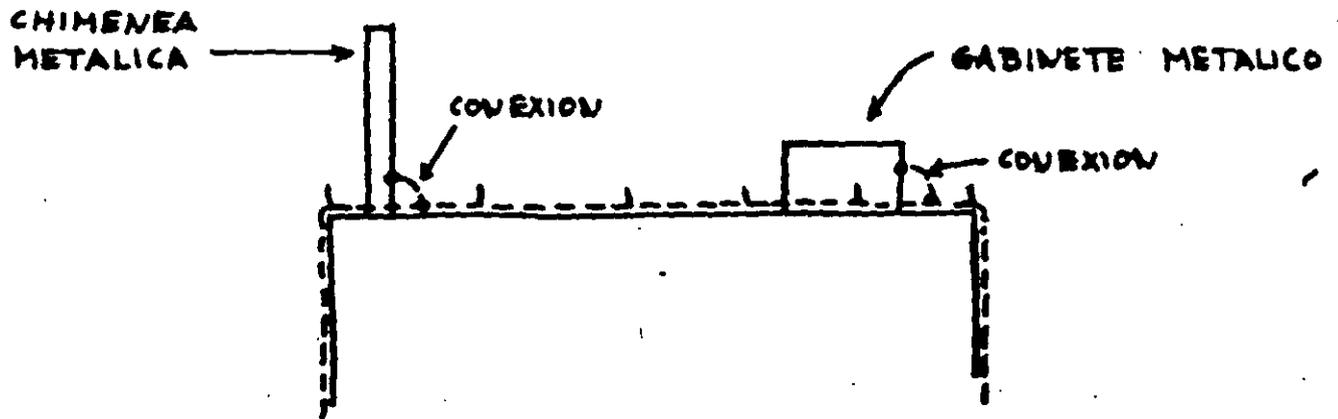
# MEDICION RESISTENCIA a TIERRA



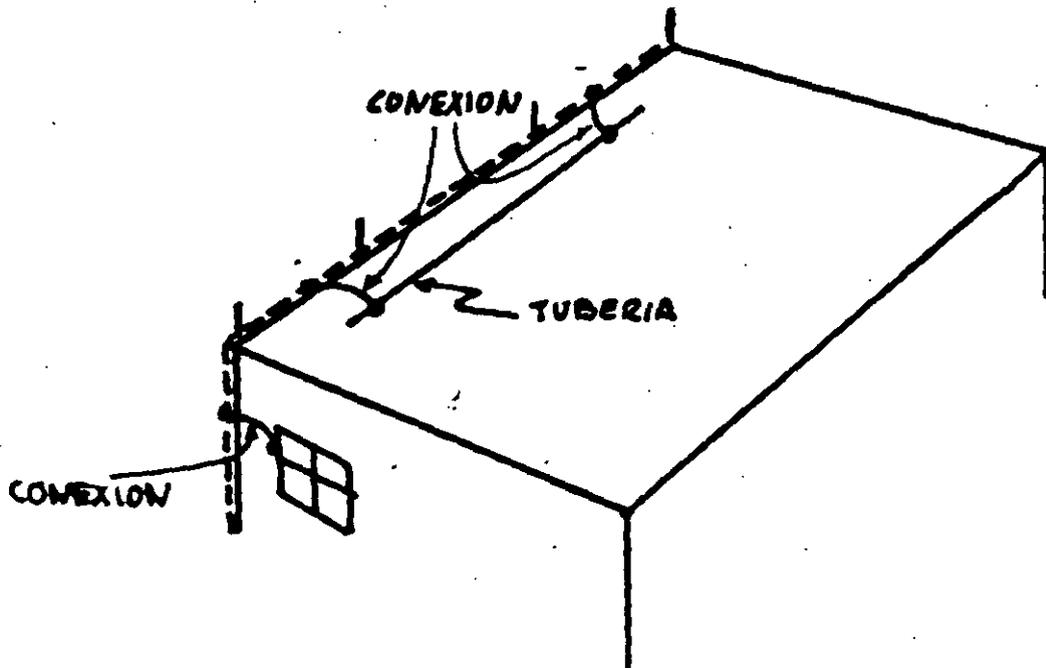
# CONEXIONES ADICIONALES

40

- ) CUERPOS METALICOS QUE PUEBAN RECIBIR UNA DESCARGA DIRECTA.



- ) CUERPOS METALICOS CERCANOS AL SISTEMA (MENOS DE 1.80m) EN LOS QUE, AL CIRCULAR UNA CORRIENTE POR ESTE, SE ORIGINE EN ELLOS UNA  $\Delta V$  INDUCIDA QUE PUEDA MOTIVAR UNA "DESCARGA LATERAL".



# INTERCONEXIONES

• CON SISTEMAS PUESTOS A TIERRA

- ELECTRICOS
- COMUNICACIONES
- TUBERIAS

AGUA  
GASES

CONDICION: ELECTRODOS INDEPENDIENTES

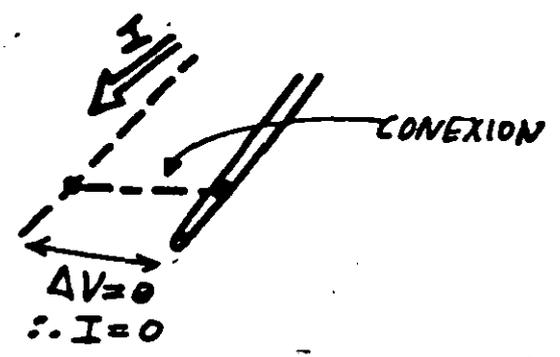
INSTALACIONES ELECTRICAS:

ROIE ART-

OBJETIVO :

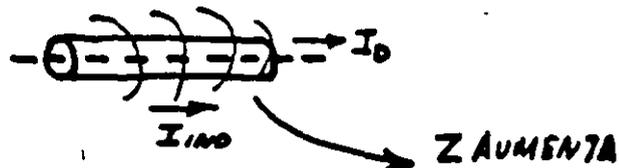
MISMO POTENCIAL A TIERRA

ANULAR POSIBILIDAD DESCARGA LATERAL



# SISTEMAS de INSTALACION

- APARENTE (PREFERIBLE)
- OCULTO (DUCTOS NO METALICOS)



- ESTRUCTURALES

CONDUCTIVIDAD TOTAL GARANTIZADA

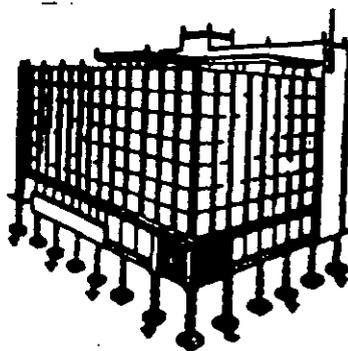


Fig. 2. Steel building: Steel framing in tall buildings should be connected to air terminals. This type of structure requires special lightning protection.

## MATERIALES

DENTRO NORMAS ESPECIFICAS "U.L"

TIPO DE CONDUCTOR: FUNCION DE ALTURA

DE 22.86m (75') EN ADELANTE, MAYOR CALIBR

**STANDA**

**LIGHTNING  
PROTECTION  
COMPONENTS**



**UNDERWRITERS  
LABORATORIES  
INC.**

TABLE OF CONTENTS

Foreword ..... 4

General ..... 5

    1. Scope ..... 5

    1A. Glossary ..... 5

    2. Units of Measurement ..... 5

Construction ..... 5

    Class I Components ..... 5

        3. General ..... 5

        4. Air Terminals ..... 5

        5. Air Terminal Base Supports ..... 6

        6. Braces ..... 6

        7. Chimney Bands ..... 6

        8. Conductors ..... 6

        9. Connector Fittings ..... 8

        10. Bimetallic Connectors ..... 8

        11. Water-Pipe Connectors ..... 8

        12. Ground-Rod Clamps ..... 8

        13. Bonding Plates ..... 8

        14. Clips and Fasteners ..... 8

        15. Ground Electrodes ..... 9

    Class II Components ..... 9

        16. General ..... 9

        17. Air Terminals ..... 9

        18. Conductors ..... 9

        19. Bonding Plates ..... 9

    Class II Modified Components ..... 9

        20. General ..... 9

        21. Air Terminals ..... 10

        22. Air-Terminal Supports ..... 10

        23. Conductors ..... 10

        24. Connector Fittings ..... 10

        25. Bonding Plates ..... 10

        26. Reserved For Future Use ..... 10

Performance ..... 10

    27. Security of Components ..... 10

Marking ..... 10

    28. General ..... 10

*\*Replaces page 3 dated February 17, 1977*

14.6 The metal bands of a tile surface fastener shall have a thickness of not less than 0.051 inch (1.3 mm), a width of not less than 1 inch (25.4 mm), and shall be made of a material that is as resistant to corrosion as copper.

14.7 A slate fastener shall comply with the dimensional and material requirements in paragraph 14.6.

**15. Ground Electrodes**

15.1 Soil conditions determine to a great extent the type of ground electrodes that may be used for a given installation. The requirements for plate electrodes are presented in this section. Rod and pipe electrodes are covered in the Standard for Grounding and Bonding Equipment, UL 467.

15.2 A copper plate electrode shall have a thickness of not less than 0.032 inch (0.81 mm) and a minimum surface contact area of not less than 2 square feet (0.186 m<sup>2</sup>).

15.3 A plate electrode of iron or steel shall have a thickness of not less than 1/4 inch (6.4 mm) and a surface contact area of not less than 2 square feet (0.186 m<sup>2</sup>).

**CLASS II COMPONENTS**

**16. General**

16.1 Class II components shall comply with the requirements in paragraphs 4.3, 4.5, 4.6, 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 8.2, and Sections 7, 9, 12, 14, 15, and 17-19.

**17. Air Terminals**

17.1 A Class II air terminal shall be made of copper, copper alloy, or aluminum and shall be of solid construction.

17.2 The minimum diameter of a Class II air terminal shall be 1/2 inch (12.7 mm) if of steel and 5/8 inch (15.9 mm) if of aluminum. The minimum diameter is to be determined as described in footnote<sup>a</sup> to Table 1.1.

17.3 An air terminal shall be at least 10 inches (254 mm) long.

17.4 An air terminal shall be provided with at least five full threads for attachment to the bus support. The major diameter of the thread shall be equal to or greater than the minimum diameter of the air terminal.

**18. Conductors**

18.1 A Class II conductor shall be a cable made of copper or aluminum and shall comply with the requirements in Table 18.1.

**19. Bonding Plates**

19.1 A Class II bonding plate shall have a surface contact area of not less than 8 square inches [51 square centimeters (cm<sup>2</sup>)] for structural steel buildings or 2 square inches (19 cm<sup>2</sup>) for other Class II structures and shall comply with the material and dimensional requirements for Class II bonding plates.

Revised paragraph 19.1 effective January 2, 1978

19.2 A connector fitting shall be provided as a part of each bonding plate.

**CLASS II MODIFIED COMPONENTS**

**20. General**

20.1 Class II modified components shall comply with the requirements in paragraphs 4.5, 4.6, 5.2, 5.4, 5.5, 9.2-9.4, 14.4, 20.2 and Sections 11-13, 15, 19, and 21-25.

Revised paragraph 20.1 effective January 2, 1978

**TABLE 18.1  
MINIMUM ACCEPTABLE REQUIREMENTS FOR CLASS II CONDUCTORS**

Material	Minimum Strand Size, AWG	Weight		Area	
		Pounds/Foot	Grams/Meter	Circular MILs	mm <sup>2</sup>
Copper	10	0.276	500	118,000	60
Aluminum	12	0.169	303	102,000	57

Revised Table 18.1 effective January 2, 1978

TABLE 8.1  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS OF CLASS I MAIN CONDUCTORS<sup>a</sup>

Type of Conductor	Material	
	Copper	Aluminum
<b>Cable</b>		
Strand diameter	0.045 inch (1.15 mm)	0.044 inch (1.13 mm)
Weight	0.187 pound/foot (278 gram/meter)	0.095 pound/foot (141 gram/meter)
Area	07.400 circular mils (29 mm <sup>2</sup> )	98.540 circular mils (50 mm <sup>2</sup> )
<b>Solid strip</b>		
Thickness	0.061 inch (1.30 mm)	0.060 inch (2.03 mm)
Width <sup>b</sup>	1 inch (25.4 mm)	1 inch (25.4 mm)
<b>Solid rod</b>		
Weight	0.187 pound/foot (278 gram/meter)	0.095 pound/foot (141 gram/meter)

<sup>a</sup> Main conductors are intended to be used as the main lightning conductor in addition to being used for the interconnection of metal bodies of conductance.

<sup>b</sup> This is the minimum width for a strip without perforations. If perforated, the minimum acceptable width is to be increased by the diameter of the perforations.

Revised Table 8.1 effective January 2, 1978

TABLE 8.2  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS OF SECONDARY CONDUCTORS<sup>a</sup>

Type of Conductor	Material	
	Copper	Aluminum
<b>Cable</b>		
Strand diameter	0.045 inch (1.15 mm)	0.044 inch (1.13 mm)
Number of strands	14	10
<b>Solid strip</b>		
Thickness	0.061 inch (1.3 mm)	0.064 inch (1.63 mm)
Width <sup>b</sup>	1/2 inch (12.7 mm)	1/2 inch (12.7 mm)
<b>Solid rod</b>		
Diameter	0.162 inch (4.11 mm)	0.204 inch (5.18 mm)

<sup>a</sup> Secondary conductors are intended to be used for the interconnection of metal bodies of inductance.

<sup>b</sup> This is the minimum width for a strip without perforations. If perforated, the minimum acceptable width is to be increased by the diameter of the perforations.

Revised Table 8.2 effective January 2, 1978

*\*Replaces page 7 dated February 17, 1977*

**TABLE 9.1**  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS  
OF CONNECTOR FITTINGS

Material	Construction	Thickness, Inch. (mm.)	Number	
			Full Threads	Bolt Size
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch-20
	Stamped	0.064 (1.63)	-	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch-20
	Stamped	0.102 (2.59)	-	

**TABLE 5.1**  
MINIMUM ACCEPTABLE THICKNESS OF  
AIR TERMINAL BASE SUPPORTS

Material	Construction	Thickness, Inch (mm)
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4) 0.061 (1.56)
	Stamped	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4) 0.097 (2.48)
	Stamped	

**TABLE 9.1**  
MINIMUM ACCEPTABLE DIMENSIONS  
OF CONNECTOR FITTINGS

Material	Construction	Thickness, Inch. (mm.)	Number	
			Full Threads	Bolt Size
Copper or copper alloy	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.064 (1.63)	-	
Aluminum	Cast	3/32 (2.4)	4	1/4 inch 20
	Stamped	0.102 (2.59)	-	

**TABLE 4.1**  
MINIMUM ACCEPTABLE AIR TERMINAL DIMENSIONS

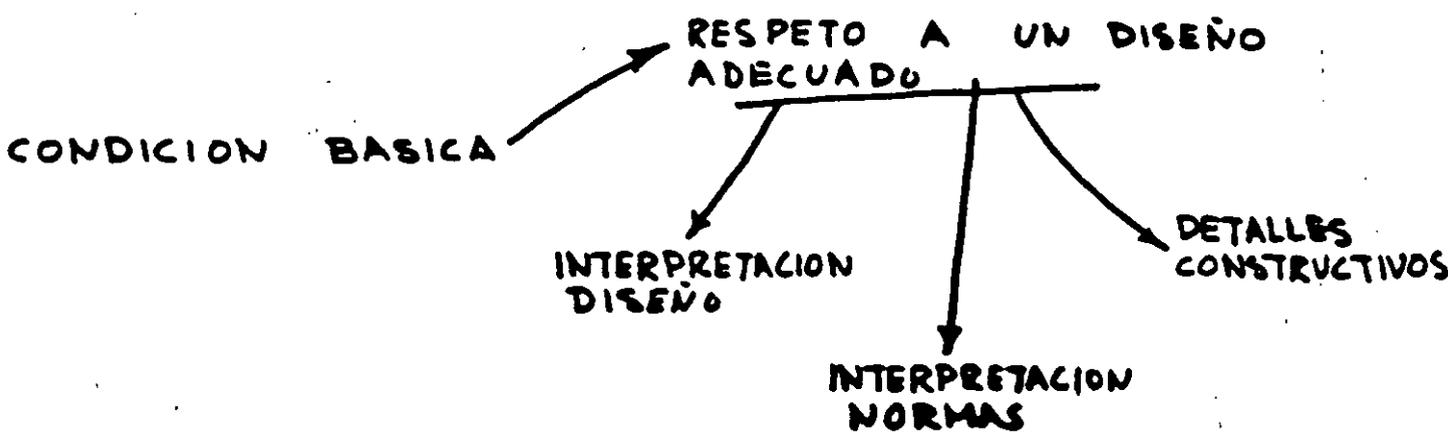
Material	Construction	Diameter, <sup>a</sup> Inch (mm)	Base End Thread Diameter, Inch (mm)	Wall Thickness, Inch (mm)	Cross Sectional Area, <sup>b</sup> Square Inch (mm <sup>2</sup> )
Copper and copper alloy	Solid	3/8 (9.5)	3/8 (9.5)	-	0.110 (71)
	Tubular	5/8 (15.9)	1/2 (12.7)	0.032 (0.81)	-
Aluminum	Solid	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)	-	0.106 (126)
	Tubular	5/8 (15.9)	1/2 (12.7)	0.064 (1.63)	-

<sup>a</sup>The minimum diameter and minimum cross-sectional area are to be determined by measurements taken at various points along the end of the air terminal for a distance not to exceed 50 percent of the total length of the air terminal, measured from the threaded or base end and exclusive of the threaded portion or adaptor of a tubular air terminal.

Revised Table 4.1 effective January 8, 1978

*\*Replaces page 5 dated February 17, 1977*

# INSTALACION DEL SISTEMA

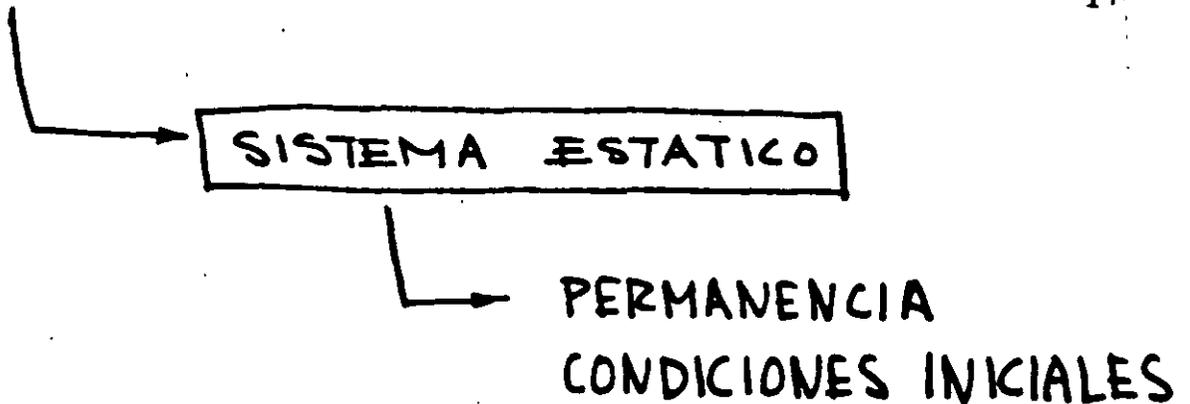


## OPERACIONES A DESARROLLAR:

- I) LOCALIZACION PUNTAS {
  - $h = +0.25$
  - SEP. PERIM = 0.60
  - SEP. % PTAS = 6.00
- II) FIJACION CONDUCTORES Y PUNTAS → RESISTENTE A AMBIENTE
- III) RECORRIDO CONDUCTORES → TRAYECTORIA DIRECTA  
CAMBIOS DIRECCION
- IV) FIJACION CONDUCTORES {
  - TENSADO
  - SEPARACION
  - RESISTENCIA AL AMBIENTE
 LOCALIZACION UNIF. TIERRAS  
 PROTECCION VS DAÑO MECANICO
- V) CONEXIONES → • MINIMAS • MECANICAS O FUNDIDAS (NO SOLDADURA)
- VI) POSICION ELECTRODOS TIERRA = {
  - DISTRIBUCION UNIFORME
  - FUERA CIMENTACION
  - TERRENO BAJA RESISTENCIA
- VII) INSTALACION ELECTRODOS:
  - BUEN CONTACTO
  - MEDIO P/ PRUEBA
- VIII) CONEXIONES ADICIONALES
  - ANALISIS: {
    - ELEMENTOS ALTOS
    - ELEMENTOS CERLADOS
- IX) PRUEBAS:-
  - CONTINUIDAD
  - RIGIDEZ MECANICA
  - RESISTENCIA TIERRA

# MANTENIMIENTO

49

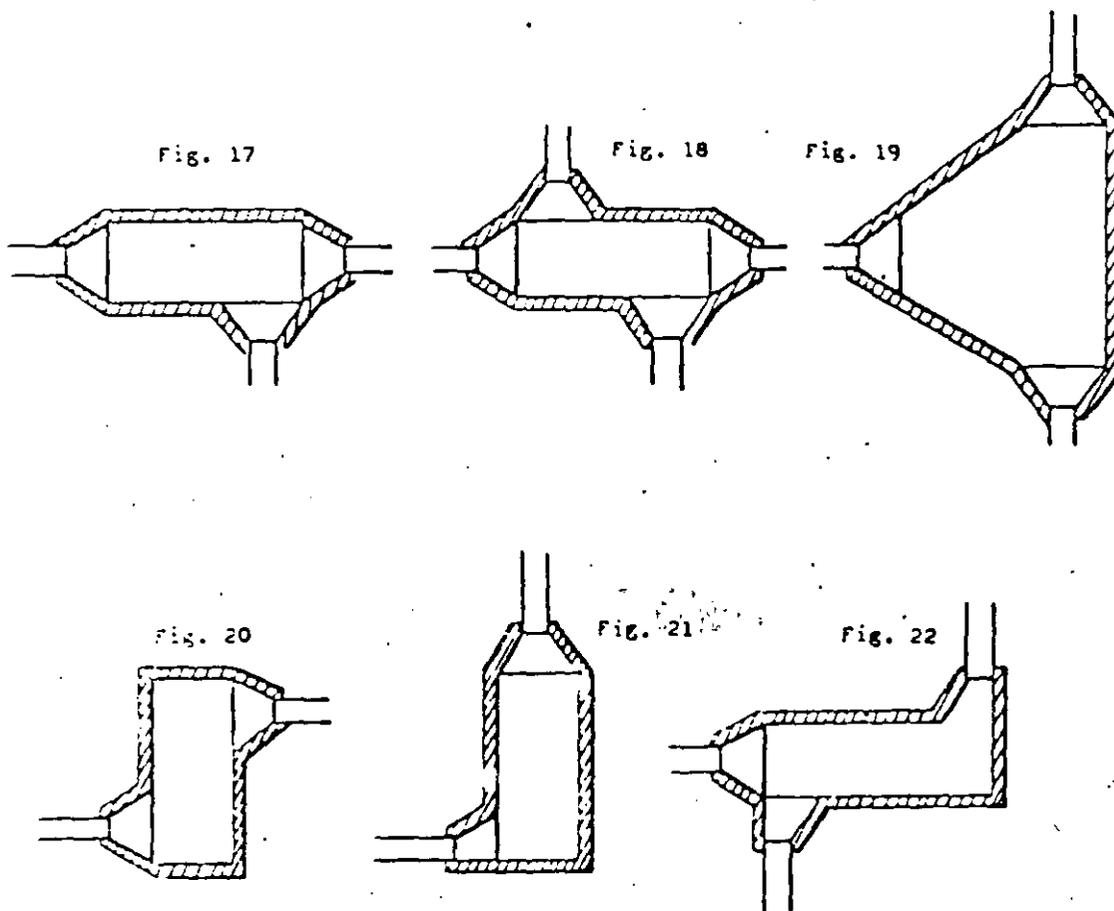


## REVISION PERIODICA (MIN. ANUAL)

- 1) MODIFICACIONES ARQUITECTONICAS AZOTEA
- 2) CONEXION ELEMENTOS METALICOS QUE SE HAYAN AUMENTADO
- 3) CONTINUIDAD ELECTRICA
- 4) MEDICION RESISTENCIA • TIERRA.
- 5) RIGIDEZ MECANICA.

El pozo mostrado en la Fig. 12 sólo es aplicable a canalización en línea recta y sin bifurcaciones.

Para los lugares en que se desvíe de la línea recta, se bifurque la canalización o se instale una caja de distribución, se deberá solicitar de Teléfonos de México, S.A. (Dirección de Operación) la información sobre forma y dimensiones de los pozos especiales tales como: Figs. 17 a 22.



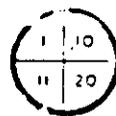
**CAJAS DE DISTRIBUCION**

Túnel entre pozo y cajas - Este no debe exceder de un metro de longitud. Si por alguna circunstancia la distancia entre la caja y el pozo es mayor de un metro, pero menor de 10 metros, se construirá un tramo de canalización de IV-vías y un pozo chico frente a la caja de distribución.

Ubicación: Las cajas de distribución se deben colocar a un mínimo de 5 metros del paramento de la esquina y se buscará un lugar que además de ser seguro (obstaculizando el tránsito de vehículos y peatones), no sea un estorbo físico o estético.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS  
(EN CABLES DE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 PARES)

CONTINUA DE LOS PARES EN EL GRUPO	NUMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	1 AZUL
11	20	2 AMARILLO
21	30	3 ROJO
31	40	4 VERDE
41	50	5 NARANJA
51	60	6 BLANCO - AZUL
61	70	7 BLANCO - AMARILLO
71	80	8 BLANCO - ROJO
81	90	9 BLANCO - VERDE
91	100	10 BLANCO - NARANJA
101	110	11 NEGRO - AZUL
111	120	12 NEGRO - AMARILLO
121	130	13 NEGRO - ROJO
131	140	14 NEGRO - VERDE
141	150	15 NEGRO - NARANJA
151	160	16 GRIS - AZUL
161	170	17 GRIS - AMARILLO
171	180	18 GRIS - ROJO
181	190	19 GRIS - VERDE
191	200	20 GRIS - NARANJA
201	210	21 MORADO - AZUL
211	220	22 MORADO - AMARILLO
221	230	23 MORADO - ROJO
231	240	24 MORADO - VERDE
241	250	25 MORADO - NARANJA
251	260	26 MARRON - AZUL
261	270	27 MARRON - AMARILLO
271	280	28 MARRON - ROJO
281	290	29 MARRON - VERDE
291	300	30 MARRON - NARANJA



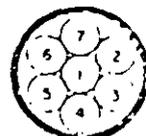
20 PARES  
2 GRUPOS DE 10



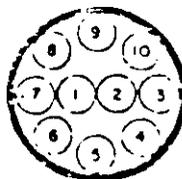
30 PARES  
3 GRUPOS DE 10



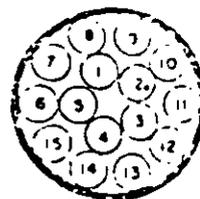
50 PARES  
5 GRUPOS DE 10



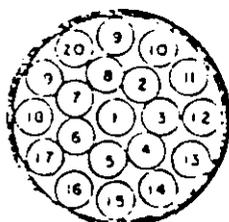
70 PARES  
7 GRUPOS DE 10



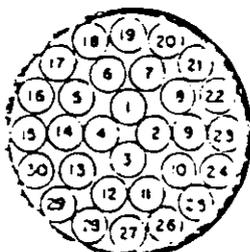
100 PARES  
10 GRUPOS DE 10



150 PARES  
15 GRUPOS



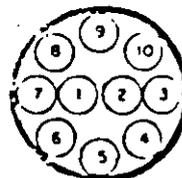
200 PARES  
20 GRUPOS DE 10

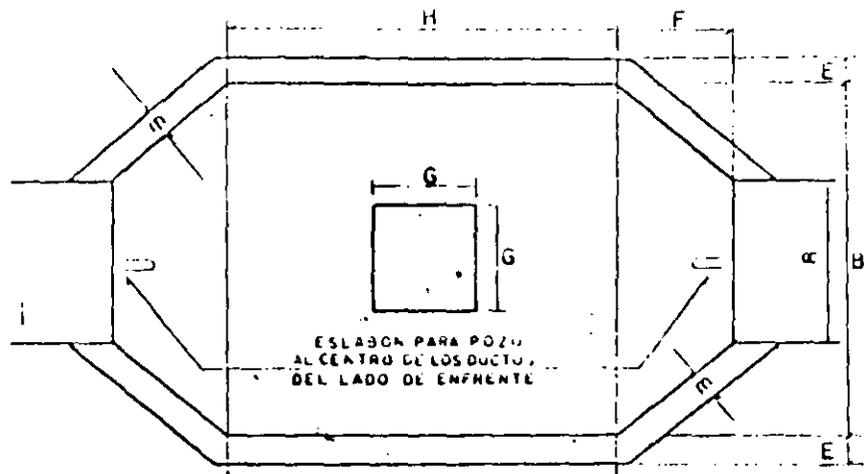


300 PARES  
30 GRUPOS DE 10

FIG. 20 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL GRUPO
1	BLANCO - AZUL
2	BLANCO - AMARILLO
3	BLANCO - ROJO
4	BLANCO - VERDE
5	BLANCO - NARANJA
6	NEGRO - AZUL
7	NEGRO - AMARILLO
8	NEGRO - ROJO
9	NEGRO - VERDE
10	NEGRO - NARANJA





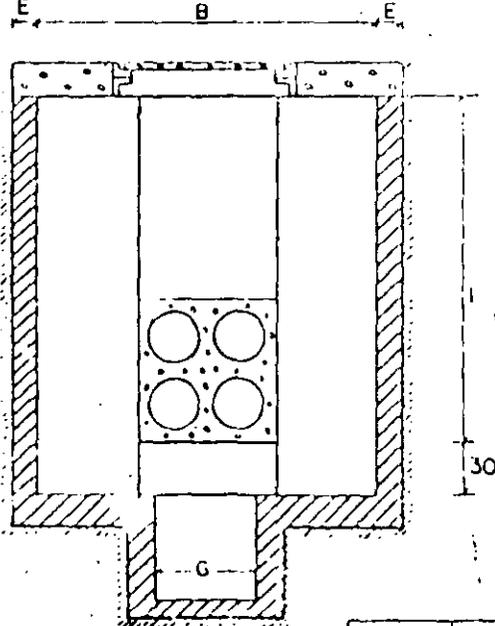
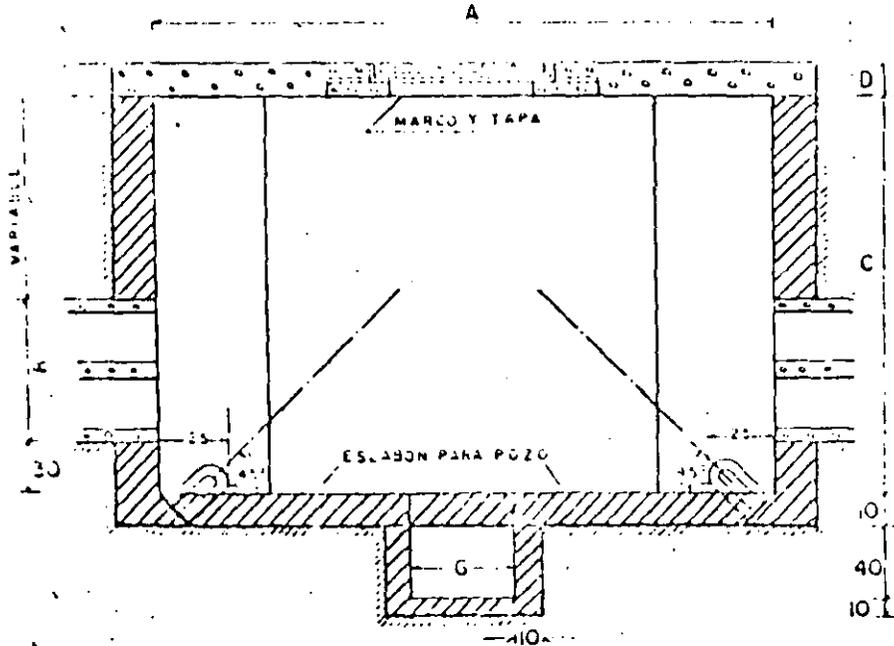
**POZOS EN ARROYO** .- La boveda será armada para todos los pozos con varilla de 1/2", emparrillado de 10X10, gancho de 10

Los muros de pozo grande serán armados con varilla de 1/2", emparrillado 25 X 40, gancho de 10 (Vertical 25 y horizontal 40)

**POZOS EN BANQUETA**.- La boveda de pozo grande será armada con varilla de 3/8", emparrillado 10 X 10 gancho de 10, muros emparrillados 25 X 40

- MARCOS Y TAPAS**.- a) En banqueta Marco No. Standard \_ 13 423  
Tapa " " \_ 13 728  
b) En arroyo Marco " " \_ 13 422  
Tapa de fierro \_ 13 726

NOTA - Las cotaciones están dadas en centímetros



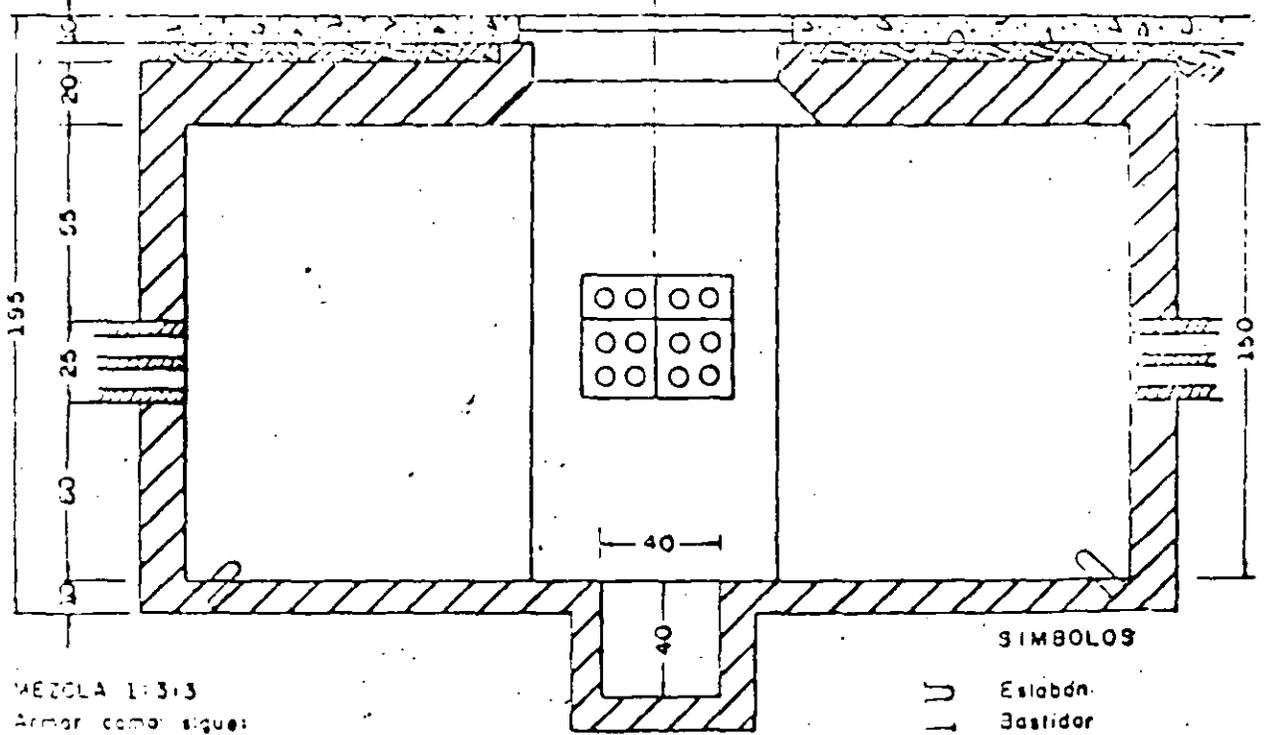
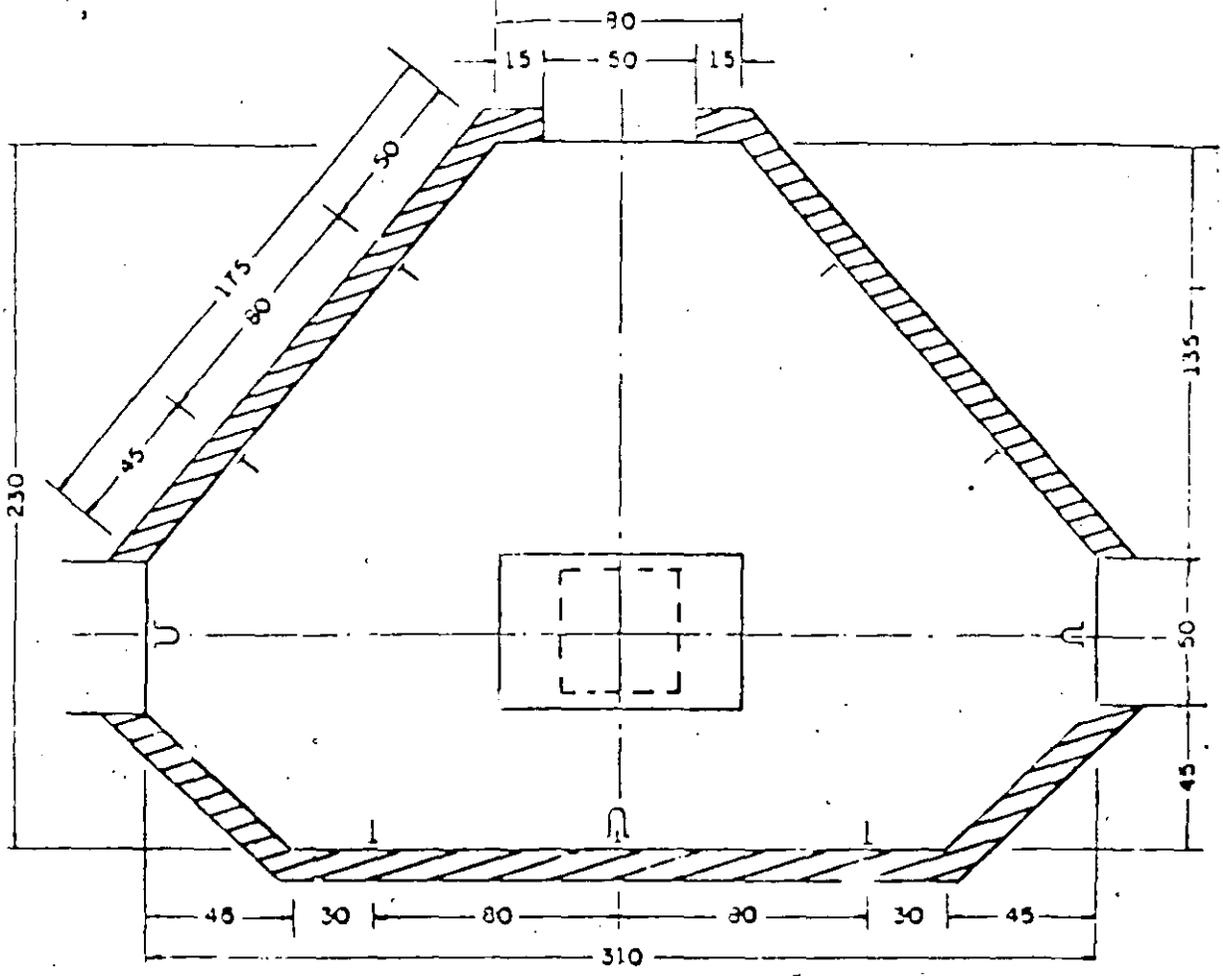
a ANCHO O ALTO DE LA SECCION DE DUCTOS  
2 VIAS 14.5 X 24.5  
4 VIAS 24.5 X 24.5

POZO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
CHICO	160	80	120	20	10	40	50	60	90
MEDIANO	240	120	120	20	15	60	50	120	90
GRANDE	300	150	150	20	20	75	50	150	120

564627

G-10

46:



MEZCLA 1:3:3  
 Armar como sigue:  
 Cebada 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Paredes 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.  
 Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

SIMBOLOS  
 U Estabón  
 I Bastidor  
 Anotaciones en centímetros

FIG. 13



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**REPRESENTACION DE UNA INSTALACION  
ELECTRICA  
PLANOS**

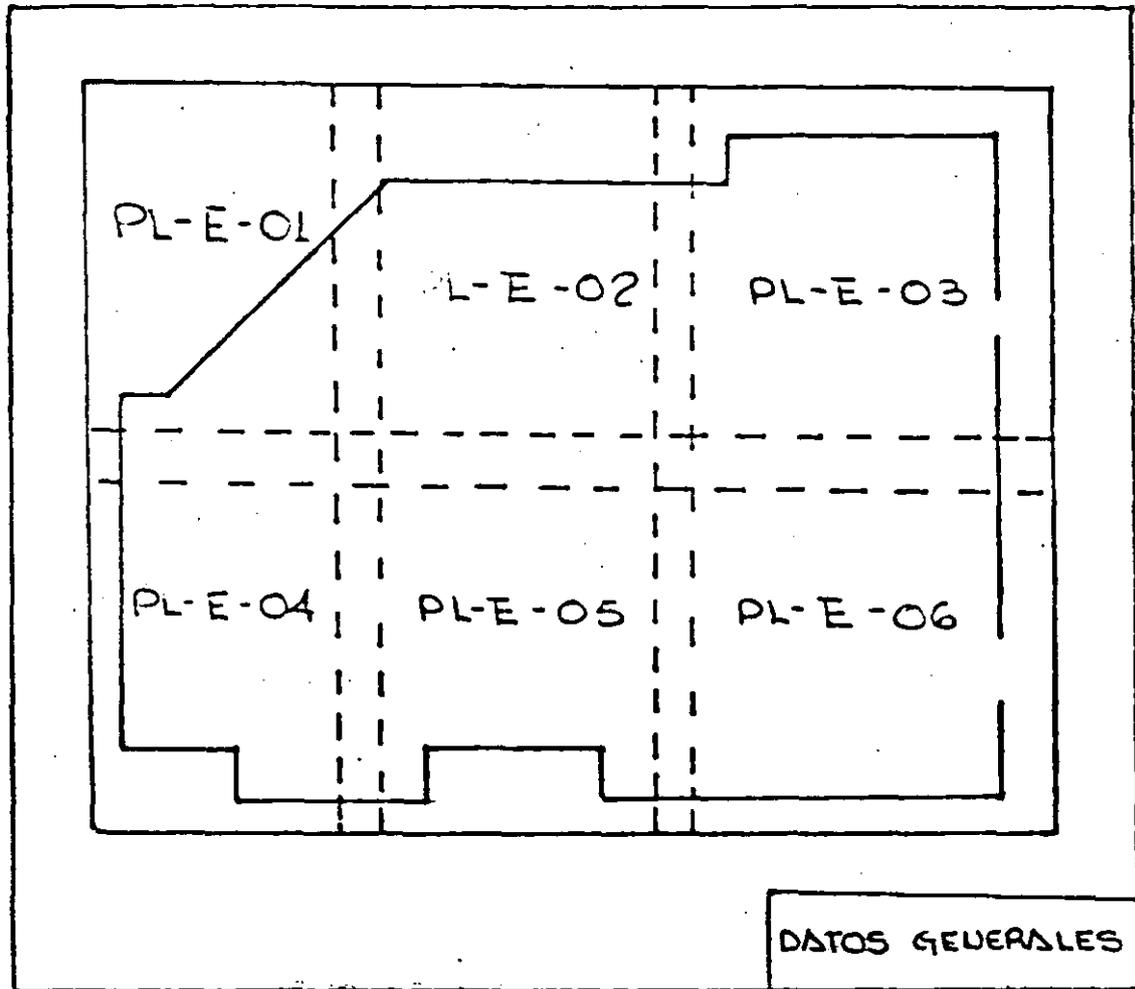
# EL PROYECTO ELECTRICO.

- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.
  - ILUMINACION.
  - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
  - TABLEROS Y PROTECCIONES.
  - SISTEMAS DE TIERRAS.
  - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.
  
- PLANOS
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y, EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.
  
- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

# GENERALES.

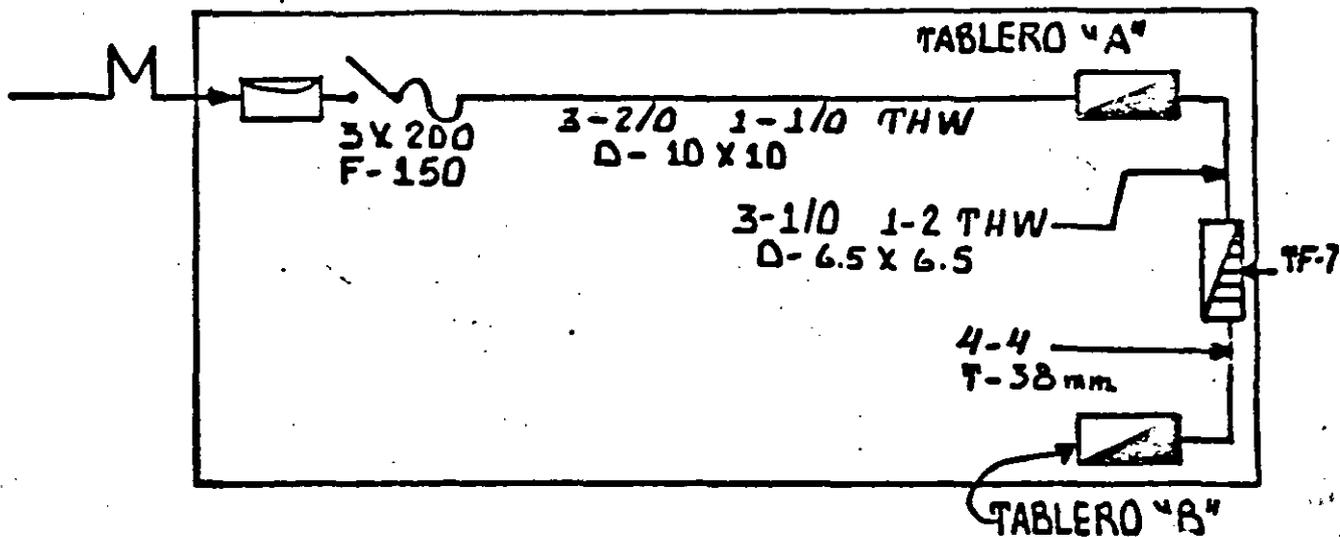
2

PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.

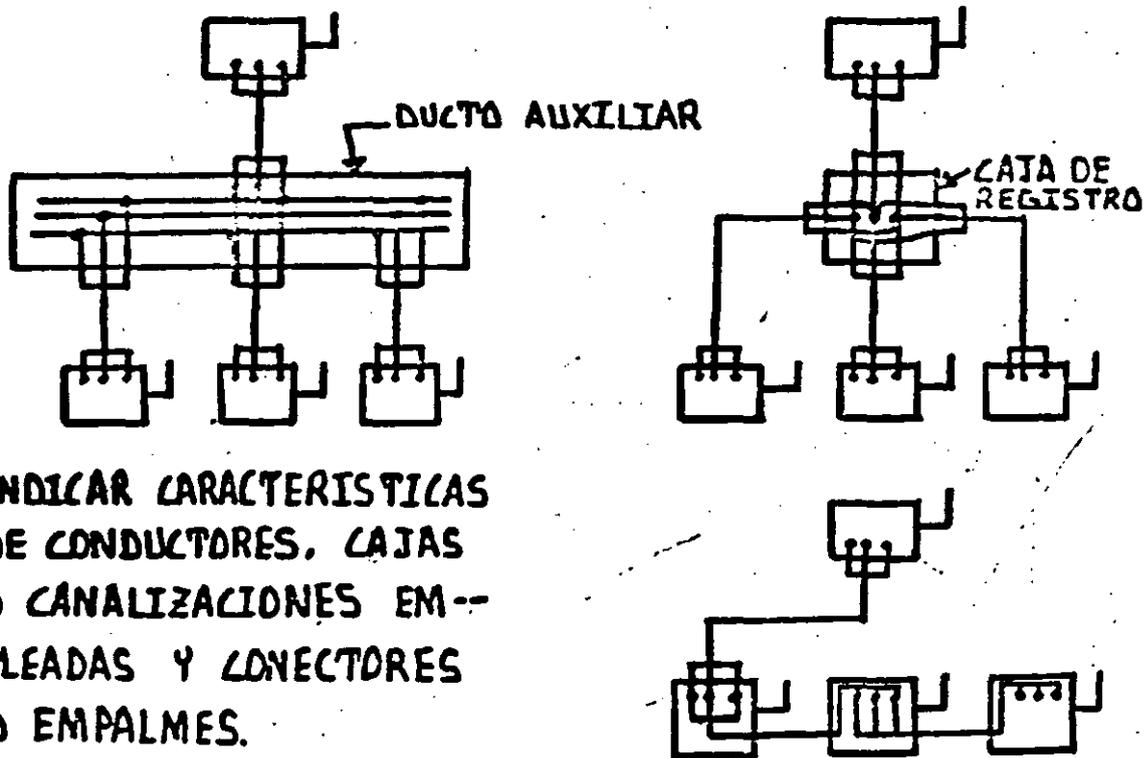


- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS.  
(INCLUIRAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).

# LOCALIZACION DE ALOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.



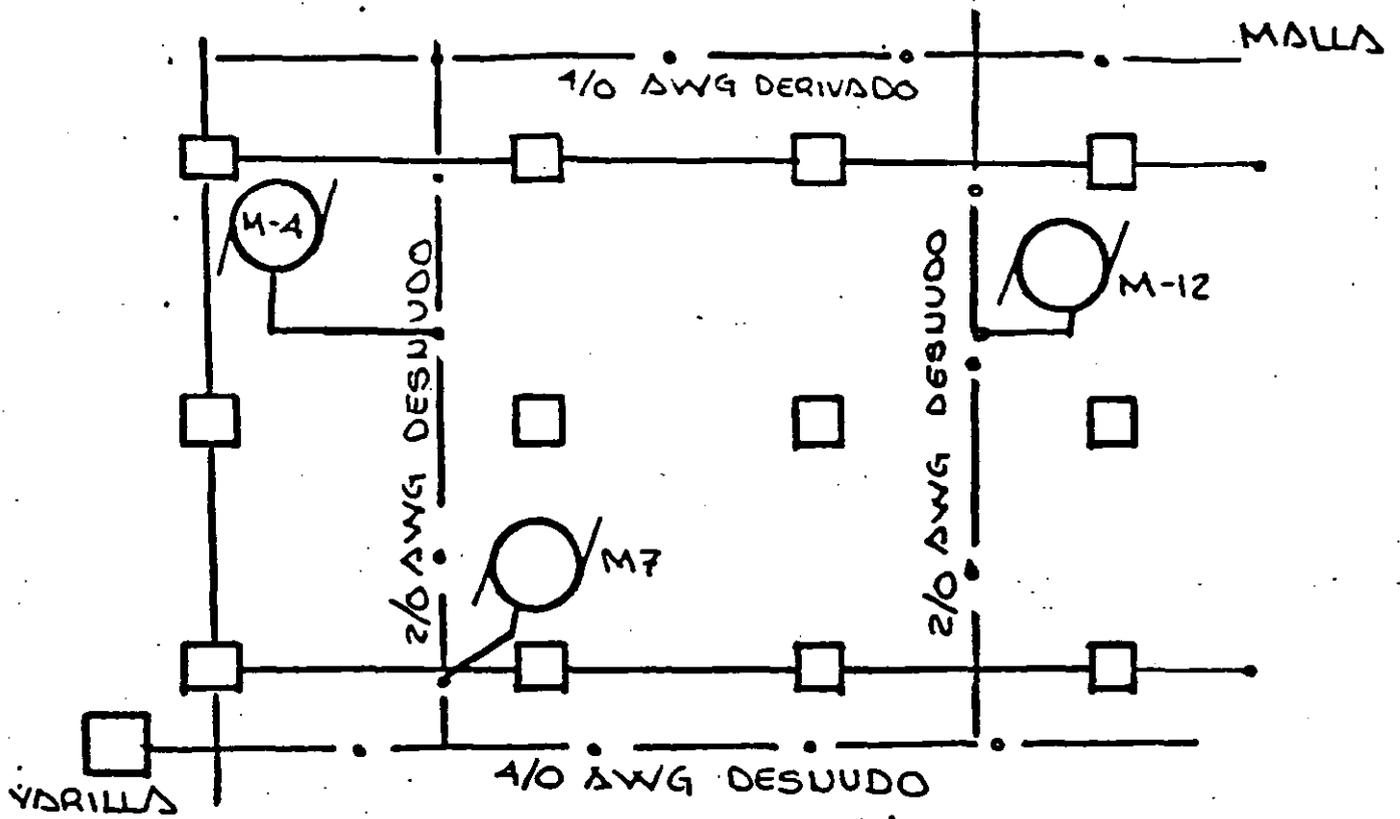
## REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES



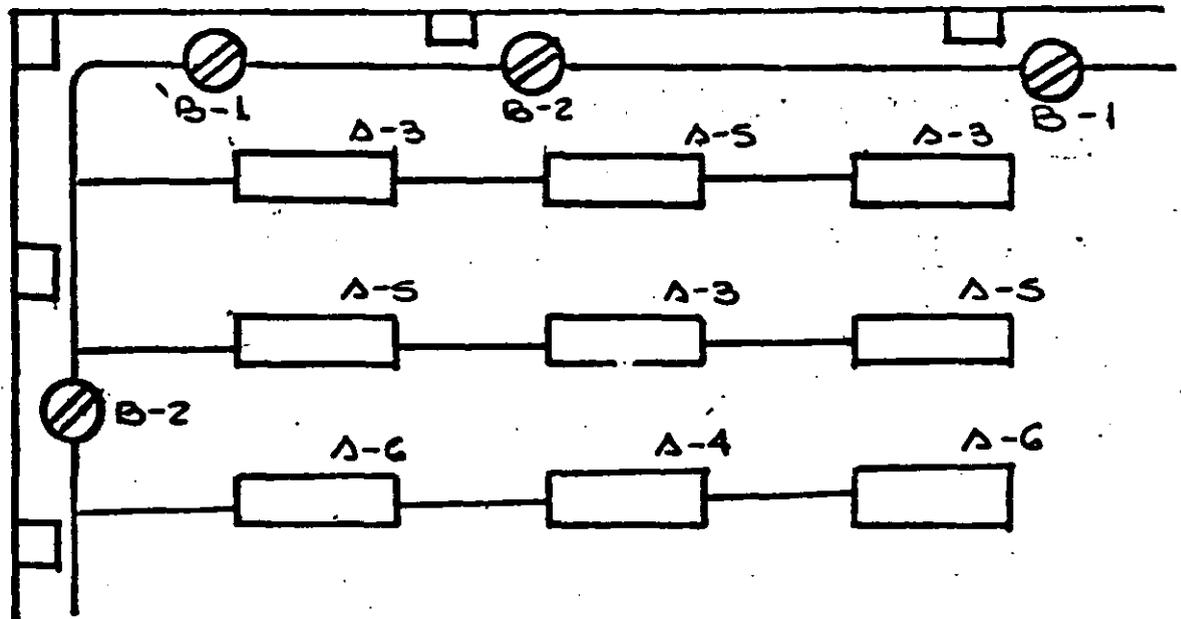
INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES, CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.

- LOCALIZACION Y DISPOSICION DEL SISTEMA DE TIERRAS.  
CALIBRE DE CONDUCTORES.

4

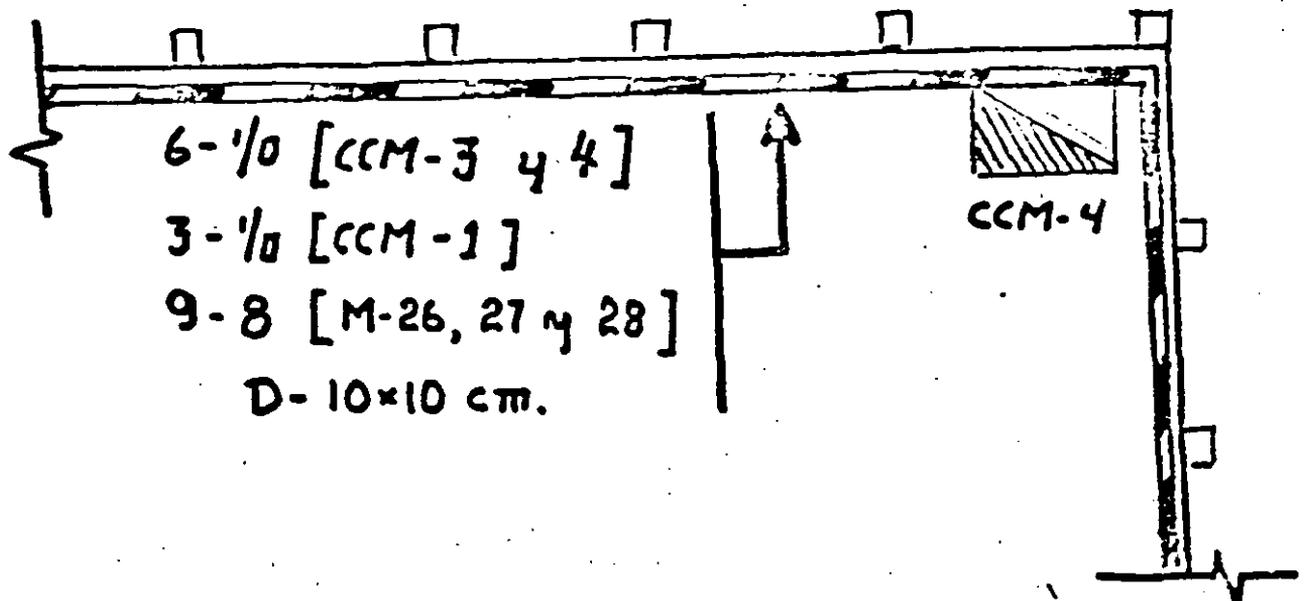


- IDENTIFICACION DE LUMBRERAS Y CONTACTOS.-

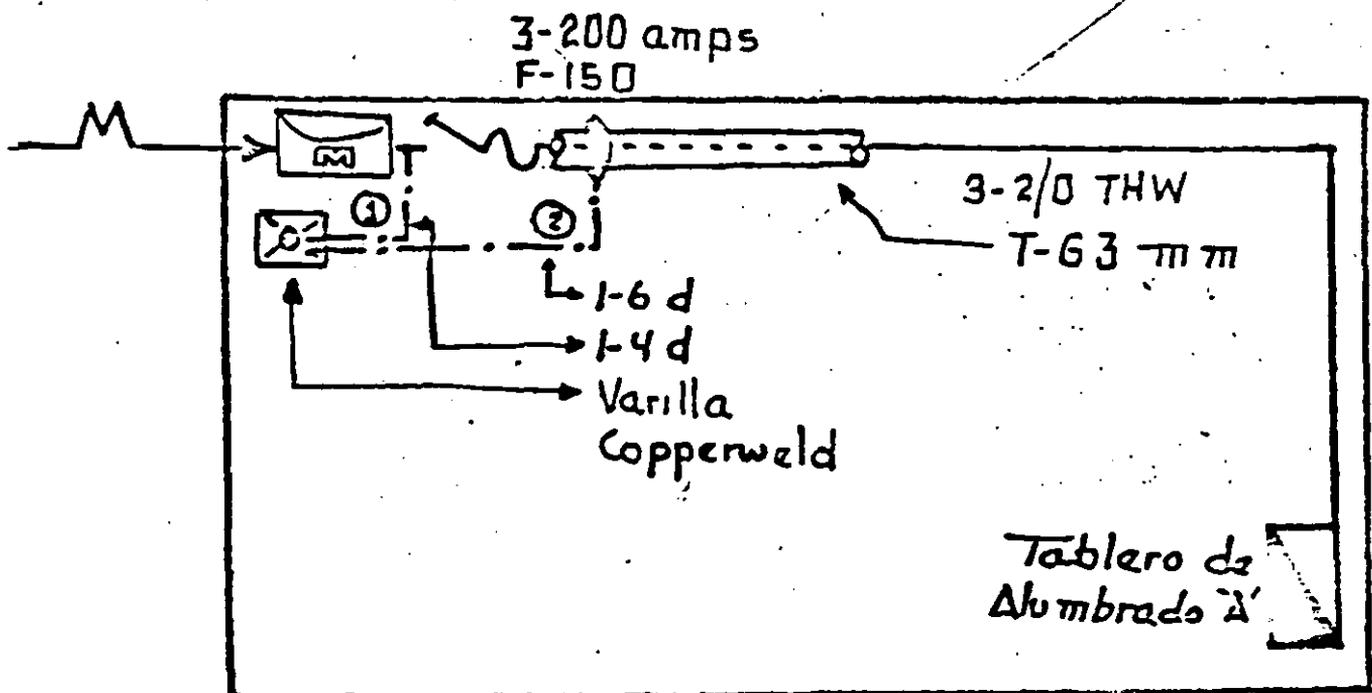


ALUMBRADO PROCEDENTE DEL TABLERO A.  
CONTACTOS PROCEDENTES DEL TABLERO B.

# IDENTIFICACION DE CIRCUITOS EN VISTAS FISICAS

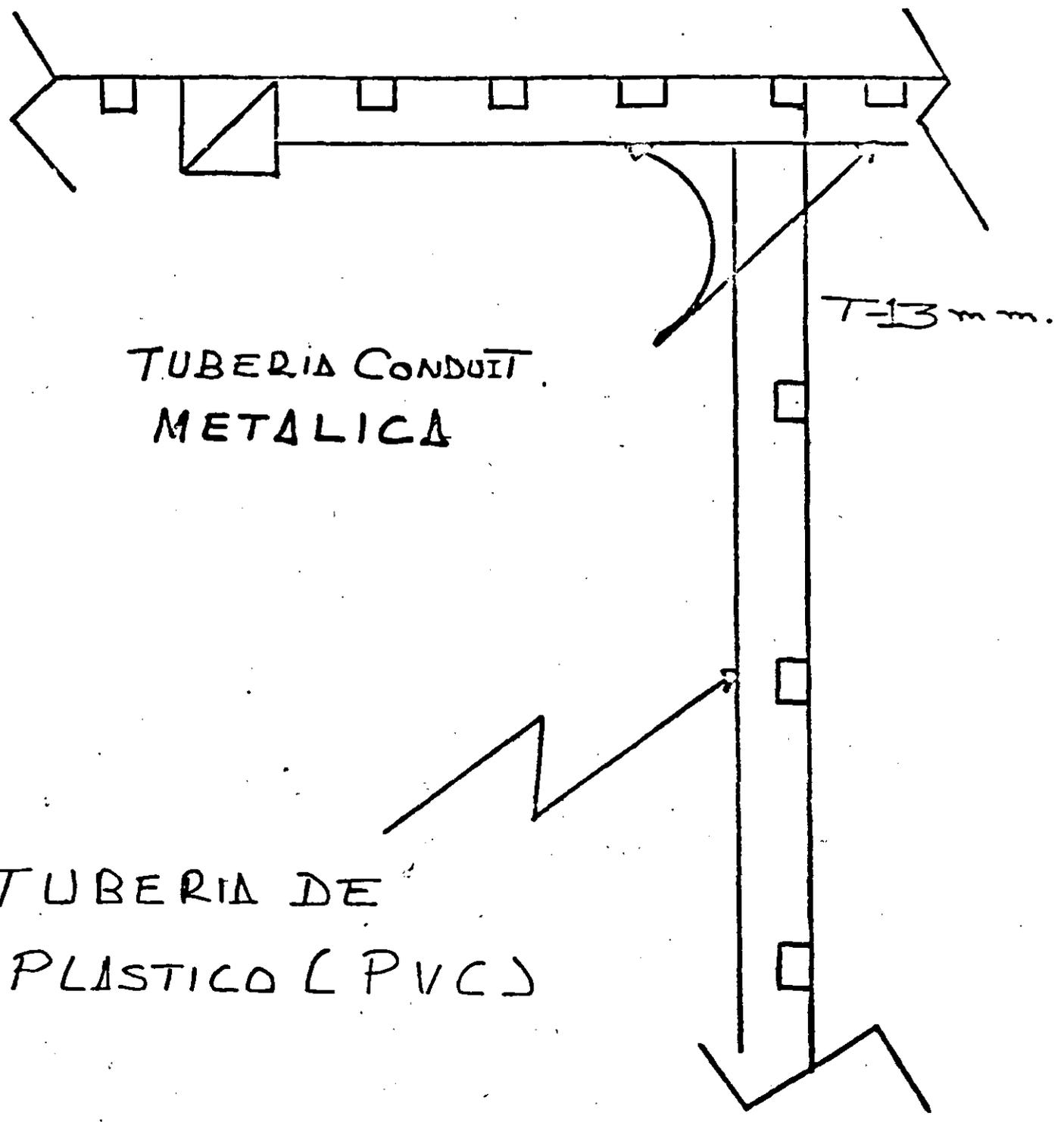


## UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS CONEXIONES A TIERRA



- ① CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA
- ② PUESTO A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS, TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTRICO

# TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA

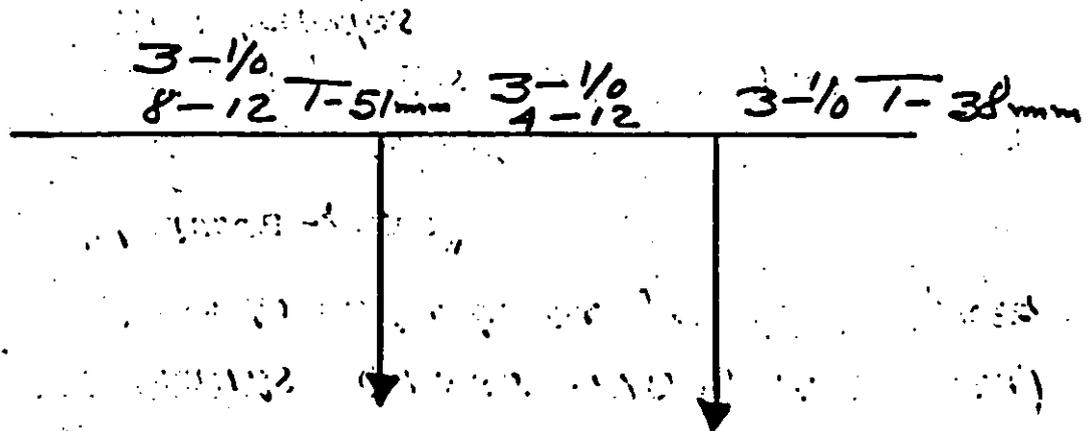


TUBERIA CONDUIT  
METALICA

TUBERIA DE  
PLASTICO (PVC)

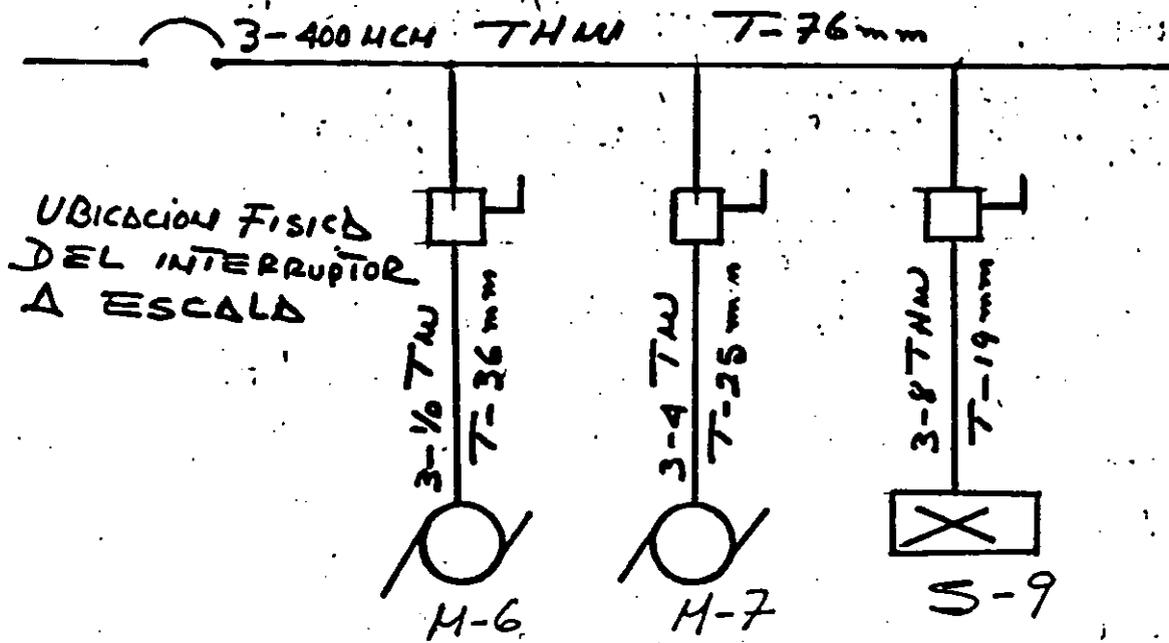
T=13mm.

# NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



# LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CARGAS DISTRIBUIDAS



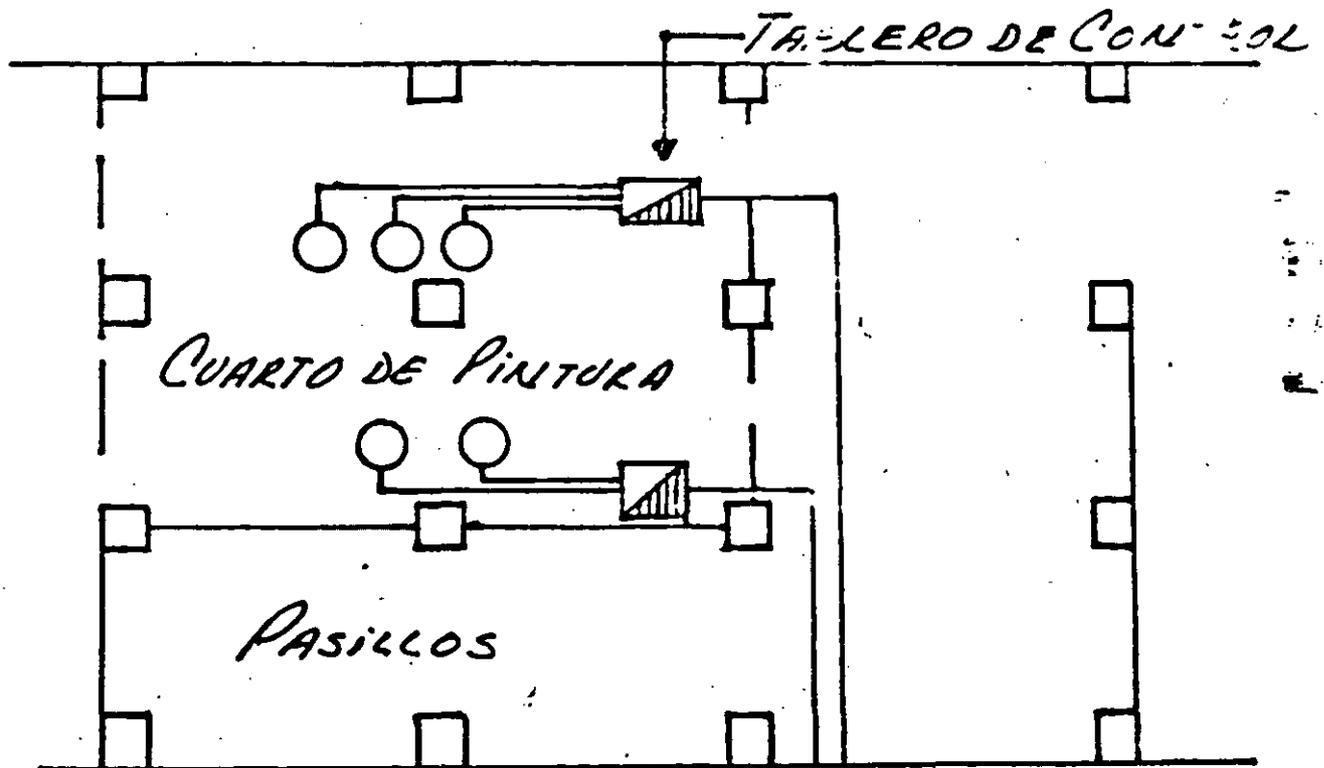
# TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

## — CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINAME-900
-------------	---------------------

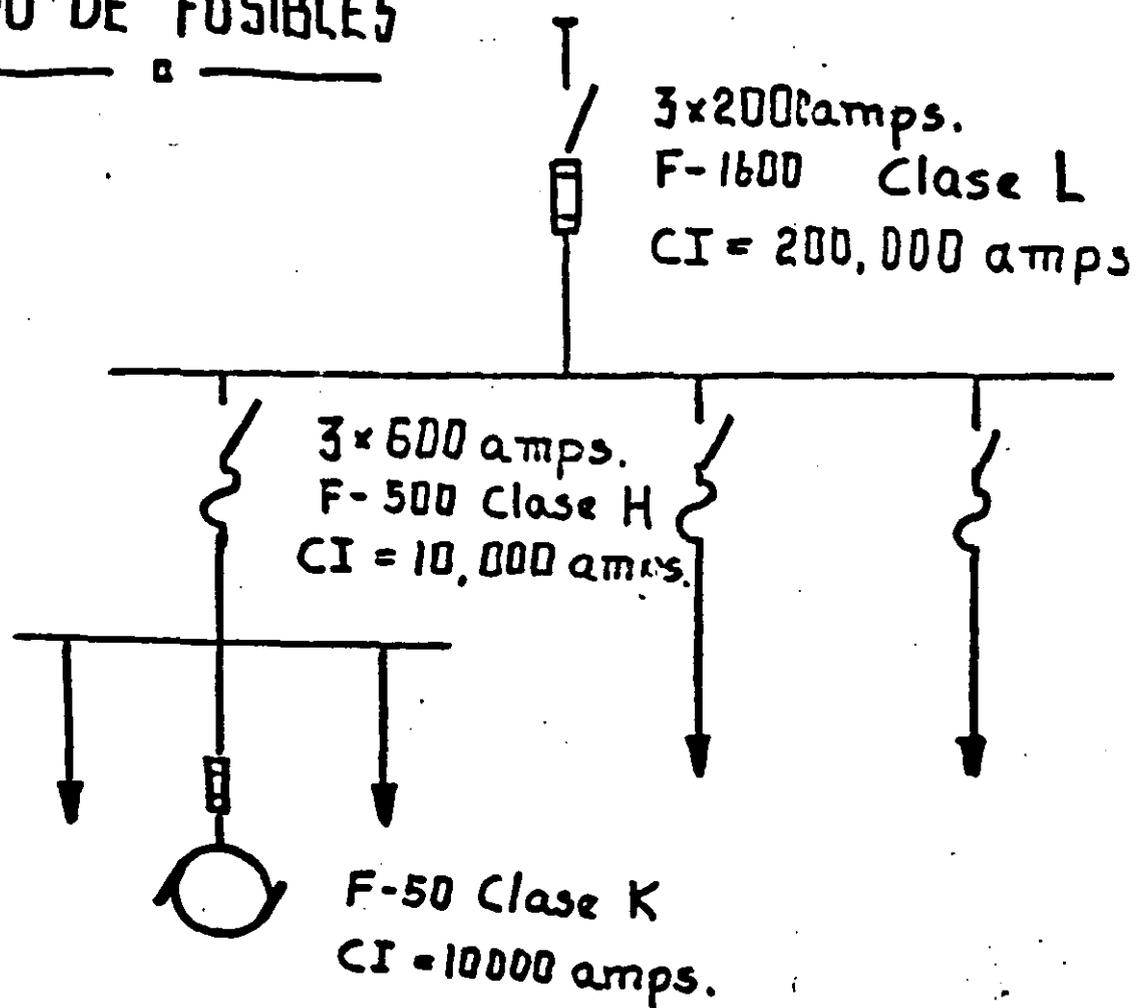
¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

## DELIMITACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA  
CON AMBIENTE PELIGROSO.

# TIPO DE FUSIBLES



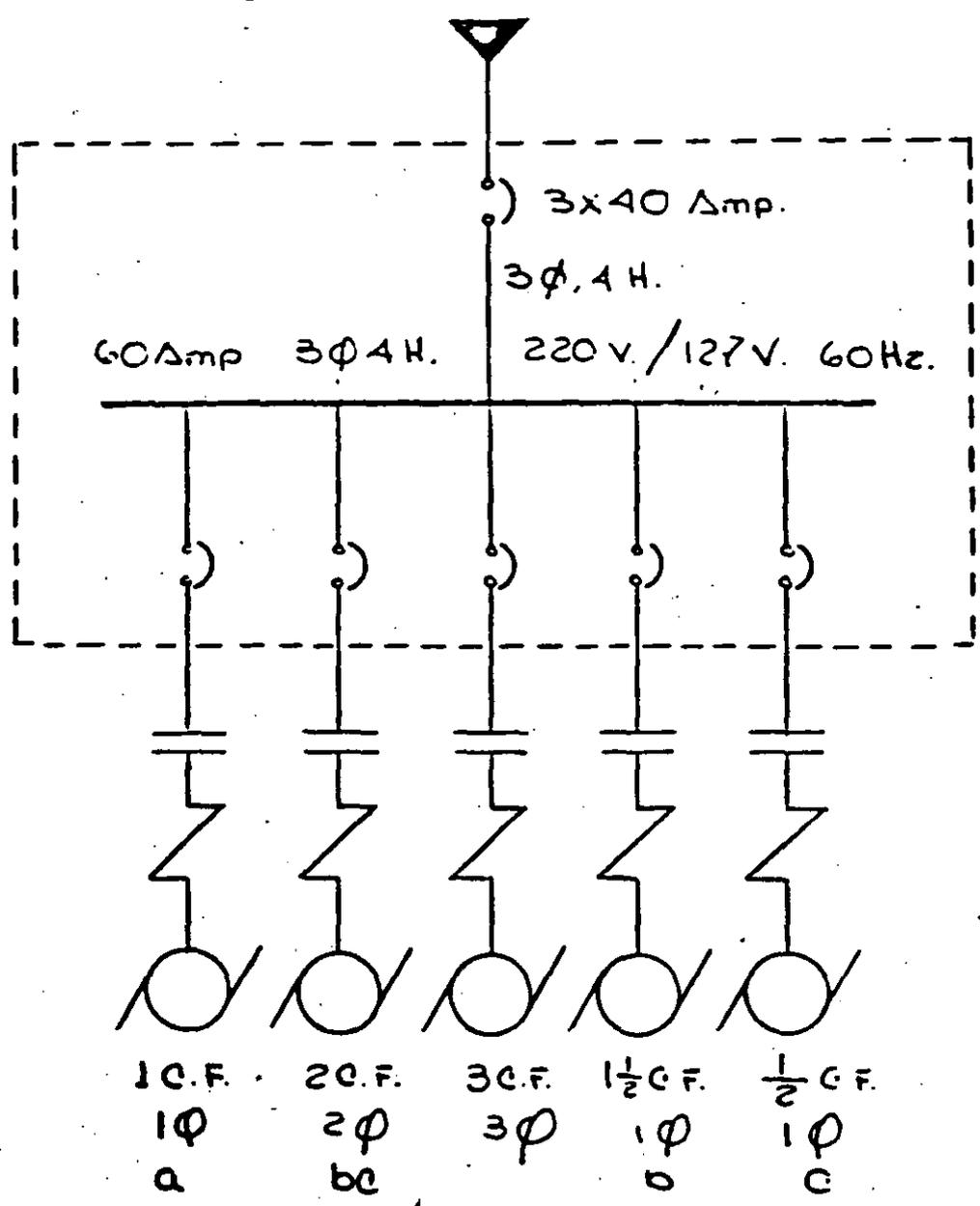
- Clase L - Fusibles limitadores de Corriente
- Clase H - Fusibles Convencionales
- Clase K - Fusibles con Retardo de tiempo

## INCLUIR REGIMEN DE TRABAJO Y TIPO DE SERVICIO DE MOTORES

IDENTIFICACION	APLICACION	TIPO DE SERVICIO	REGIMEN DE CARGA
M-7	COMPRESOR	INTERMITENTE	15 min
M-19	BOMBA	VARIABLE	60 min
M-62	VALVULAS	CORTO TIEMPO	5 min

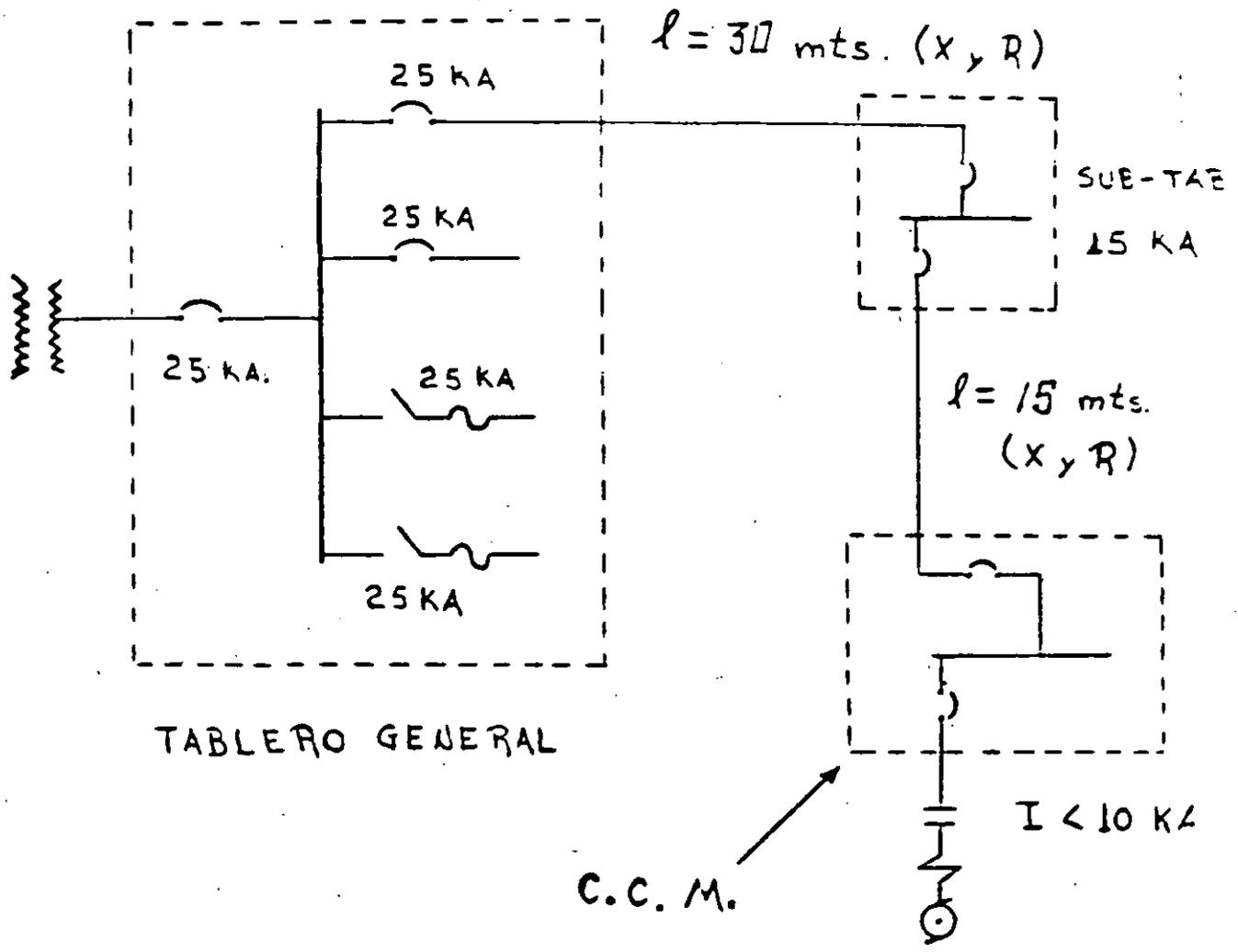
DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTAN CONECTADOS LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

EJEMPLO :



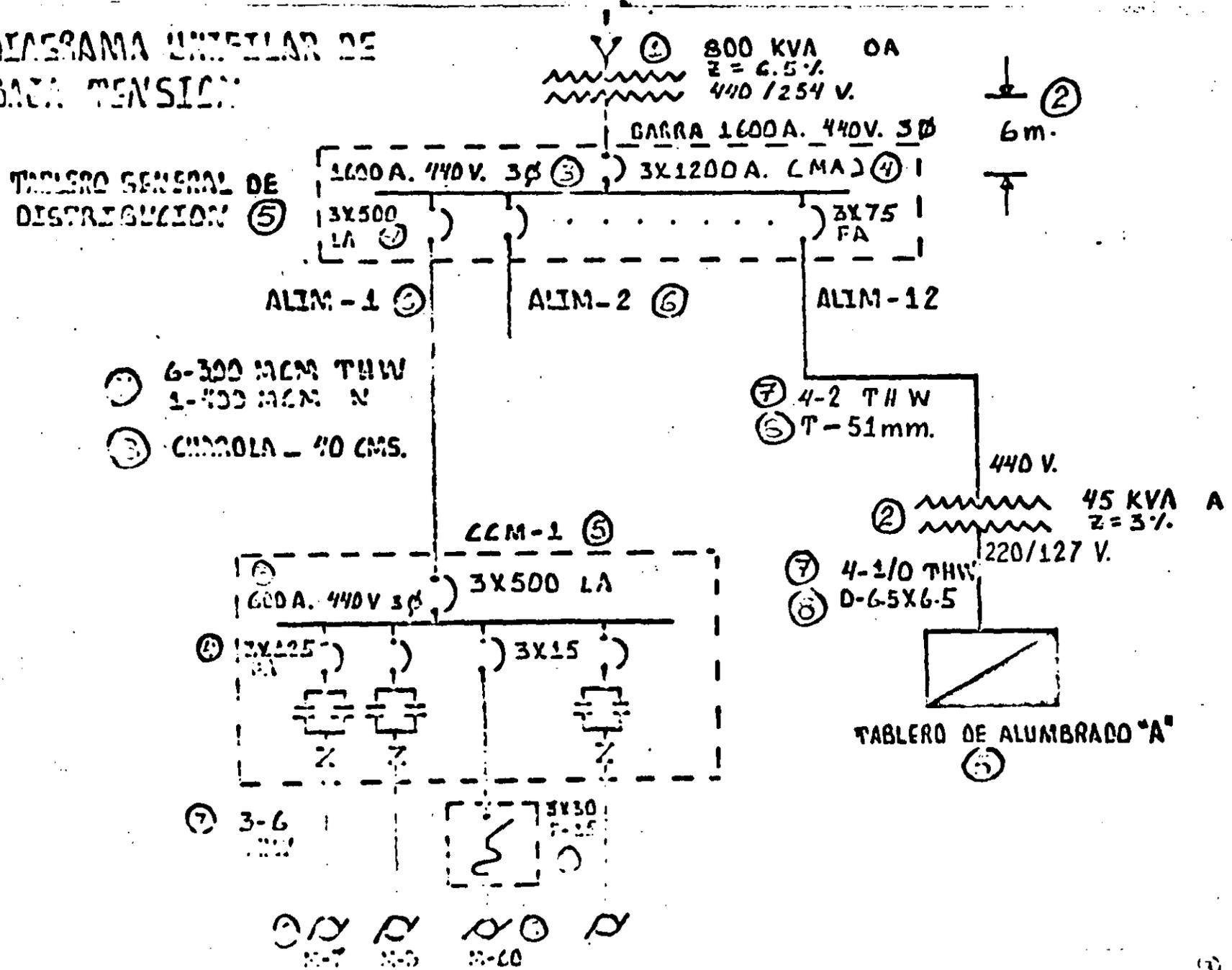
OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
- FACILITAR EL BALANCEO.



### CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS DIFERENTES PROTECCIONES

# DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSION



# MEMORIAS DE CALCULO

## DEBEN INCLUIR:

- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS PARA MOTORES.
- CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALIMENTADORES.
- CALCULO DE CAIDAS DE TENSION EN LA INSTALACION
- CALCULO DE PROTECCIONES
  - CONTRA SOBRECARGA EN MOTORES.
  - CONTRA SOBRECORRIENTE EN - CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
  - CONTRA CORTO CIRCUITO EN ALIMENTADORES

# MEMORIAS DE CALCULO

CONTINUACION . . . .

## → CALCULO DE CORTO CIRCUITO

- EN EL TABLERO GENERAL.
- EN LOS TABLEROS DERIVADOS.
- EN MOTORES O APARATOS CERCANOS (< 15 mts) DE LA SUBESTACION

## → CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE TIERRAS. CALCULO DE LA RED.

## → CALCULO DE BANCOS DE CAPACITORES.

## → CALCULOS PARA APARATOS O EQUIPOS ESPECIALES.

# MEMORIA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y DE CONSTRUCCION

DEBEN CONTENER ESPECIFICACIONES DE :

- LUMINARIOS, LAMPARAS, CONTACTOS Y APAGADORES
- MOTORES, TIPOS DE PROTECCIONES, ARRANCADORES Y OBSERVACIONES SOBRE EL CONTROL.
- CONDUCTORES Y SUS AISLAMIENTOS
- CANALIZACIONES. DIMENSIONES, TIPOS, - MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS.
- TABLEROS. TIPOS, MATERIALES Y CAPACIDAD
- CAJAS DE CONEXION, CHALUPAS, ETC.
- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TIERRAS. TIPOS, MATERIALES Y DIMENSIONES
- METODOS Y PRACTICAS DE INSTALACION
- DESCRIPCION DE PRUEBAS PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.

### El proyecto Eléctrico.

De acuerdo al Artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de fecha 22 de diciembre de 1975, la ejecución de cualquier obra e instalación eléctrica debe estar basada en los planos previamente elaborados, mismos que deben satisfacer los requisitos de seguridad establecidos en las Normas Técnicas del Reglamento de Instalaciones Eléctricas; asimismo es importante señalar que los planos, las memorias de cálculo correspondientes y demás información que forme parte integral del proyecto eléctrico en cuestión, deben estar supervisados y firmados por las personas registradas y autorizadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial para fungir como responsables.

La razón primordial de tomar como base en la construcción de las instalaciones eléctricas un proyecto previamente elaborado, es que éste contiene todos los criterios y datos necesarios que cubrirá la instalación eléctrica por ejecutarse.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, se deben principalmente a la poca importancia que se le dá al proyecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y características del medio en que opera el equipo, la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio a que se destinará y otras consideraciones importantes, genera el desconocimiento de lo que se va a construir, obligándose a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son las más idóneas desde los puntos de vista de funcionalidad, seguridad y economía.

Por otra parte, es recomendable que en el proyecto se especifiquen equipos, aparatos y materiales de buena calidad, utilizando aquellos que cuenten con autorización oficial para comercializarse, ya que esto garantiza una operación más confiable y protege al responsable contra posibles reclamaciones derivadas de las fallas intrínsecas imputables a equipos, aparatos y materiales.

Por lo tanto, es necesario que el proyecto cuente con toda la información para llevar a cabo la obra. Un proyecto completo presenta las siguientes ventajas:

- Evita los errores de interpretación durante la etapa de construcción.
- Facilita los mantenimientos futuros.
- Simplifica las ampliaciones o las remodelaciones.
- Evita confusiones en la revisión oficial y por consecuencia, agiliza dicha revisión.

- Evita que al responsable se le hagan observaciones que puedan originar, de acuerdo a la importancia de las fallas, la negativa al refrendo de su registro o cancelación del mismo por parte de la SEPAFIN.
- Facilita la elaboración de presupuestos.

Es pertinente aclarar además, que los requisitos y puntos que aquí se exigen, son los mínimos a cumplir para la presentación de -- proyectos, mismos que son considerados normalmente en la etapa de proyecto y que son base inclusive para el presupuesto de la instalación.

II. - Los proyectos eléctricos que solicite la Secretaría para su revisión y aprobación en su caso, deben satisfacer los puntos siguientes:

1. - Planos:

- a). - Deben incluir cada uno, la firma autógrafa del responsable del proyecto, su número de registro así como su nombre completo.
- b). - Deben incluir un cuadro de referencia donde se indiquen los datos del inciso b) de la hoja de información.
- c). - Debe procurarse dejar un espacio adecuado para inscribir los sellos y firmas por parte de la SEPAFIN.
- d). - Los dibujos y detalles que integran los planos deben dimensionarse adecuadamente de forma que sea fácil su revisión y que el tamaño del plano no sea excesivo ni muy reducido. Deben marcarse todas las escalas de dibujo que se utilicen.
- e). - Las cantidades o datos que aparezcan en los planos deberán estar especificados en el sistema métrico decimal y acompañados de su unidad respectiva.
- f). - Debe entregarse una sola heliografía de cada uno de los planos.
- g). - Debe incluirse una relación de los símbolos y abreviaturas utilizados a lo largo del proyecto.
- h). - Debe incluirse en croquis de localización de la instalación. En caso de que dicha instalación no pueda dibujarse con suficiente detalle en un solo plano, deberá existir un croquis o plano que muestre la correspondencia entre los diversos planos que se envíen.
- i). - Debe coincidir lo indicado en diagrama unifilar con lo especificado en vistas de planta, detalles, listas de cargas, etc.
- j). - Notas alusivas a determinados puntos que el proyectista considere necesario aclarar para evitar confusiones.

NOTA. - Pueden presentarse cédulas de información que substituyan a los planos, cuando así se desee, mismas que deben contener toda la información vertida en los planos.

## 2. - Memorias de Cálculo.

- a). - Deben utilizarse de preferencia, hojas cuadrículadas y estar escritas en letra de molde procurando que ésta sea legible.
- b). - Debe enviarse un solo tanto de la memoria.
- c). - Debe indicarse el método utilizado y el desarrollo del procedimiento de cálculo debe ser ordenado.

## 3. - Instalaciones en baja tensión.

Los planos de baja tensión deben contener lo siguiente:

- 3.1. - Diagrama Unifilar General.
- 3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.
- 3.3. - Cuadro de Características de Motores.
- 3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

### 3.1. - Diagrama Unifilar General.

El diagrama unifilar debe reproducir fielmente el esquema o arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida (o el secundario del transformador), hasta cada uno de los equipos de que se constituya dicha instalación; mostrando claramente, la localización eléctrica de centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc.; alimentadores y circuitos derivados (excepto aquellos controlados desde tableros de alumbrado). Debe contener además los siguientes datos:

- a). - El tipo y valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores.
- b). - El calibre y tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores.
- c). - Tipo y dimensiones de la canalización empleada en los circuitos alimentadores y subalimentadores.

### 3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.

Debe hacerse un cuadro de cargas por cada tablero de alumbrado y contactos que exista. Debe incluirse su identificación, la tensión a la que opera, el número de fases e hilos -

que comprende y el valor de la protección general del tablero o la capacidad de sus zapatas; el tipo de material y aislamiento de los conductores de los circuitos derivados. -- Además debe contener cuando menos los siguientes datos:

- a). - La carga en Watts servida por cada circuito.
- b). - Cuando se realicen degradaciones en los conductores de circuitos derivados, debe indicarse también el calibre más pequeño utilizado en el circuito.
- c). - El valor de la protección de cada circuito derivado.

### 3.3. - Cuadro de Características de Motores.

Deben enlistarse en este cuadro, todos aquellos motores que comprenda la instalación. El cuadro debe contener como mínimo los siguientes datos para cada uno de los motores.

- a). - Capacidad de motor.
- b). - Corriente nominal a plena carga.
- c). - Tensión nominal de trabajo.
- d). - Número de fases.
- e). - Calibre, material y tipo de aislamiento del conductor del circuito derivado que lo alimenta (activos y neutros).
- f). - Tipo y valor de la protección contra sobrecarga.
- g). - Tipo y capacidad del interruptor. Si se utilizan fusibles anotarse la capacidad del elemento fusible o el ajuste si se trata de un interruptor ajustable.
- h). - Capacidad del arrancador y tipo de arranque (tensión plena o tensión reducida).

### 3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

- a). - Localización del punto de la acometida y del tablero o tableros generales de distribución.

- b). - Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y concentraciones de interruptores.
- c). - Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros) de alimentadores y circuitos derivados tanto de fuerza como de alumbrado. Las citadas trayectorias deben acompañarse de los siguientes datos, cuidando que éstos se inscriban de tal forma que no existan confusiones al identificar dichas trayectorias:
  - c. 1. - Identificación de los alimentadores y circuitos derivados.
  - c. 2. - Número y calibres de los conductores (activos y neutros), que los forman y tipo de aislamiento.
  - c. 3. - Tipo y dimensiones de la canalización empleada.
- d). - Localización de motores y aparatos abastecidos desde circuitos derivados. Asimismo deben indicarse la localización de los arrancadores y de los medios de desconexión.
- e). - Localización de contáctos y unidades de alumbrado, incluyendo sus controladores.
- f). - Ubicación de registros.

Di en el diseño de la instalación eléctrica existen puntos que den lugar a diferentes interpretaciones, es necesario detallar la información sobre el particular; tal es el caso por ejemplo de alimentaciones de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

#### 4.- SUBESTACIONES:

El proyecto de subestaciones deberá constar de planos que contengan — vistas físicas de las mismas con las especificaciones de materiales y equipo como a continuación se marca:

4.1.- Subestaciones Compactas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contar con lo siguiente:

a).- Vistas Físicas:

Debe localizarse la subestación en el predio del usuario, así como el lugar donde se realiza la acometida.

Debe mostrarse el arreglo interno del equipo eléctrico que integra la subestación cuando existan dos o más transformadores. Asimismo, localizar el o los transformadores.

Debe mostrarse convenientemente la localización e instalación de los electrodos del sistema de tierras, del conductor de — puesta a tierra de cubiertas metálicas y de los conductores — que compongan la red de tierras.

Debe mostrarse el lugar donde se localiza el drenaje, los — tinguidores, los accesos al local, las tarimas aislantes que — haya y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que — el proyecto incluya.

Debe mostrarse también (excepto lo referente a la acometida — del servicio), la localización e instalación de cables en un — tos, los registros y las vueltas o cocas que los cables efectúen en su recorrido. También deberá indicarse la forma en que se aterrizan las pantallas electrostáticas de los cables que se incluyan.

-Indicar claramente la interconexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador, incluyendo sus medios soportes y terminales en su caso.

b).- Especificaciones:

Debe indicarse el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación.

Debe indicarse el o los tipos de interruptores utilizados, corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del — pero y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos. —

Quando se utilicen fusibles, debe indicarse si son de expulsión ó no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

Debe anotarse adicionalmente la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al Organismo Administrador.

Debe indicarse el tipo y dimensiones de los electrodos de tierra, el calibre de los conductores de la red de tierras, el calibre del conductor, o dimensiones de la barra utilizada para aterrizar las cubiertas u otras partes metálicas de la subestación y las características de los conectores empleados para realizar las conexiones necesarias del sistema de tierras, incluyendo si son del tipo soldable o atornillado.

La Marca y el número de registro del arreglo o paquete de la subestación.

- Debe señalarse la existencia de enclaves que impiden operar con carga los desconectores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas.
- Indicar las características del conductor que interconecta el interruptor en alta tensión con el primario del transformador, incluyendo las correspondientes a soportes, medios de sujeción y terminales en su caso.
- Deben anotarse las características completas del o los transformadores.

A. 2.- Subestaciones abiertas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contener los siguientes puntos:

a).- Vistas físicas:

Debe indicarse el arreglo de los elementos de la subestación indicando las distancias entre partes activas entre sí y partes activas y tierra; además de altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc.

La vista de planta, elevación y detalles de la subestación, deben mostrar con claridad, la acometida del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamientos, entre líneas, mufas, instalación de aisladores de suspensión, de alfiler, de tensores y retardidas, etc.,

- Debe mostrarse la ubicación de electrodos y conductores tanto de puesta a tierra de cubiertas metálicas así como de los que componen la red de tierras.
- Deben indicarse las dimensiones y características del material de construcción de los locales, incluyendo su ventilación, medio de acceso, localización de drenaje, extintores y tarimas aislantes cuando se trate de subestaciones interiores. Cuando se instalen cercas metálicas en las subestaciones tipo exterior, deberá mostrarse la conexión al sistema de tierras.
- Debe indicarse la localización del alumbrado normal y de emergencia.

b).- Especificaciones:

- Deben tomarse en consideración los puntos enumerados para las subestaciones compactas, en este renglón de Especificaciones, excepto en la referente a la Marca y Registro de la subestación y en lo relativo a unclaves de gabinetes.

Además, deben indicarse los siguientes puntos:

- Tipo y mecanismos de operación de desconectores e interruptores.
- Material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados.
- Material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión.
- Características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.

Bajo este rubro quedan comprendidas todas aquellas instalaciones, aparatos o equipos eléctricos que a continuación se señalan:

- 5.1. - Canalizaciones: Conduit y cable flexible. Conduit no metálico. Charolas. Electroductos.
- 5.2. - Equipos Especiales: Capacitores. Equipo Electroftico. Equipo de Rayos X. Equipo de Procesamiento de Datos. Grúas y Montacargas. Motores y -- otras máquinas de corriente directa. Plantas Generadoras. Sol-- dadoras. Transformadores de -- distribución en baja tensión.
- 5.3. - Lugares Especiales: Albercas y Fuentes. Gasoline-- ras. Hangares. Hospitales y -- Clínicas. Instalaciones a la in-- temperie y en lugares húmedos o mojados. Centros de reunion Pública. Lugares peligrosos.
- 5.4. - Sistema de Tierras.
- 5.5. - Capacidad Interruptiva: Cálculos de circuito corto.
- 5.1. - Canalizaciones.

a). - Conduit Flexible.

En los locales en donde se utilice este tipo de canalizaciones es necesario indicar el uso al que dicho local está destinado; además, cuando la conexión a tierra se requiera y se -- utilice las características del puente de conti-- nuidad eléctrica sí como las de los conectores empleados.

b). - Cable Flexible.

Cuando se usen cables o cordones fle-- xibles deberán indicarse el tipo de aislamiento y forros.

c). - Conduit no metálico.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas, además deberá indicarse el calibre del conductor de continuidad eléctrica a tierra así como los tipos de conectores utilizados para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente de los aparatos eléctricos. Debe indicarse además el material en que el tubo de polietileno queda embutido o ahogado, mostrando adicionalmente un detalle de la instalación de este tipo de tubo o notas suficientemente claras sobre el particular.

d). - Charolas.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas; además, deberán mostrarse los detalles necesarios que ilustran los siguientes puntos - o bien, deben existir notas aclaratorias sobre el particular.

- Las dimensiones y alturas de montaje de las charolas.
- La disposición de los conductores en la charola.
- El paso a través de muros o techos, así como las dimensiones, características y espaciamiento de soportes cubiertas.

e). - Electroductos.

Es necesario indicar las áreas en donde se utilice esta canalización; precisando si se trata de atmósferas peligrosas - con polvo, húmedas, corrosivas, etc., además, deben mostrarse los detalles o notas que se consideren necesarias para ilustrar este punto.

- La instalación de los ductos: altura, dimensiones, características de soportes y cubiertas, así como tipo de los interruptores para las derivaciones que en su caso se realicen.

- Las extensiones a través de muros, pisos o techos.

- ♦La interconexión con tableros, centros de control de motores y máquinas.

- Dimensiones y características de las reducciones de tamaño de dichos electroductos.

- Su capacidad nominal en amperes.

5. 2. - Equipos Especiales.

a). - Capacitores.

Quando se utilicen capacitores de potencia con objeto de corregir el factor de potencia de la instalación, deberán indicarse los siguientes datos:

- Capacidad total reactiva en KVAR.
- Frecuencia nominal de operación.
- Tipo de dispositivo de descarga a tierra.
- Tipo de ventilación utilizada en el local donde se ubican los capacitores.
- Tipo de impregnante / la anotación si es o no combustible.
- Características del medio de desconexión y protección contra-sobrecorriente.

Todos los equipos especiales mencionados en esta parte, deben - indicarse cuando menos en el diagrama unifilar general y en las vistas - físicas de la instalación; además deben incluirse todos los datos que exige el "Cuadro de Características de Motores" que les sean aplicables.

b). - Equipo Electrolítico.

Deben indicarse las características a las que opera el equipo -- electrolítico (tensión en CD y corriente nominal); asimismo, deben in--cluirse las características y dimensiones de barras y otros conductores alimentadores, así como detalles de montaje y soporte de barras, cordones, etc.

c). - Equipos de Rayos X.

Debe indicarse el tipo de ambiente donde se instalen, la tensión de alimentación, si son del tipo portátil o fijo y características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente.

d). - Equipo de Procesamiento de Datos.

Debe indicarse el tipo de ambiente en que dicho equipo se insta- le y la frecuencia a la que opere; además deben incluirse las caracte- rísticas de las conexiones utilizadas para asegurar la continuidad eléctrica a tierra de las partes metálicas de dicho equipo.

e). - Grúas y Montecargas.

Debe ilustrarse la forma en que los motores de grúa son abas- tecidos desde los alimentadores, incluyendo las características de aisladore- ladores, troleas, cordones, etc.

Por otra parte debe indicarse la forma en que los carriles o -- rieles de las gruas están aterrizadas, así como las cargas de motores- y otras partes metálicas relacionadas con la grúa (ver requisitos en el- punto 4 "Sistema de Tierras").

dor de la planta.

-Características de localización de conexiones a tierra de electrodos como lo marca el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

#### h. - Soldadoras.

Debe indicarse el tipo de cada una de las soldadoras que incluya la instalación, así como su ciclo o régimen de trabajo y la corriente nominal primaria de las soldadoras. En caso de soldadoras portátiles debe indicarse el tipo de cable o cordón utilizado, así como las características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente de la soldadora.

#### i. - Transformadores.

Estas disposiciones son aplicables exclusivamente a los transformadores de distribución en baja tensión, tales como aquellos que reducen la tensión de 440/220-127 Volts.

Debe indicarse lo siguiente:

- La relación de transformación o en su lugar las tensiones primarias y secundarias.
- El tipo y valor de las protecciones contra sobrecorriente en el lado primario y en el lado secundario.
- La capacidad en KVA del transformador y su número de fases.
- El tipo de enfriamiento.
- El lugar donde se localizan y sus características de montaje.
- El tipo de conexión interna.

Donde se requiera la conexión a tierra, deben indicarse los datos marcados en el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

#### 5. 3. - Lugares Especiales.

Las anotaciones e indicaciones que se incluyen en esta parte, deben realizarse de preferencia en las vistas físicas del proyecto o dentro

de notas convenientemente indicadas en los planos.

a). - Albercas o Fuentes.

Debe indicarse todo el equipo eléctrico instalado y relacionado con las albercas o fuentes, tales como alumbrado exterior, alumbrado subacuático, contactos, bombas y otros aparatos eléctricos.

Debe indicarse el tipo de canalización empleada para cada uno de los circuitos derivados, el calibre del conductor de puesta a tierra para las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico y la forma de puesta a tierra de la parrilla, escaleras, trampolines metálicos de la alberca o fuente.

Asimismo, deben detallarse la instalación de la unidad de alumbrado y su gabinete dentro de albercas y fuentes, así como las características de los conductores que trabajaran sumergidos.

b). - Gasolineras.

Los planos deberán mostrar en conjunto, la localización de todas las áreas que integran la instalación; además deberá mostrarse en detalle, la localización de las zonas donde se encuentran los tanques de almacenamiento de las bombas así como la ubicación de drenaje y los surtidores.

Deberán indicarse las características de los equipos eléctricos instalados, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada y la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

c). - Hangares.

Los planos deberán mostrar en conjunto todas las instalaciones que intervienen en el hangar; además debe delimitarse claramente el área ocupada por el hangar, así como los pozos o depresiones del terreno. Deberán indicar asimismo, la altura mínima con respecto al piso terminado, del equipo eléctrico y salidas (incluyendo cajas de conexiones); el tipo de conductores que alimentan equipo portátil; las características de los equipos eléctricos ubicadas en el hangar, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

d). - Hospitales y Clínicas.

En hospitales y locales similares cuya finalidad sea la --

asistencia médica, se deberá incluir una descripción clara y completa del sistema de emergencia incluyendo su fuente de alimentación.

Deberán indicarse las características del aterrizado de -- las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico y de otras partes metálicas de dispositivos o aparatos que requieran dicha conexión.

Deberán anotarse las características eléctricas del equipo -- instalado en quirófanos, el tipo de cajas de conexión, la canalización empleada, la localización de sellos y las características del sistema de tierras.

e). - Instalaciones a la Intemperie y en Lugares Húmedos o Mojados.

Deben anotarse las características de todos los equipos -- eléctricos que se encuentren en áreas exteriores a la intemperie o en áreas interiores en lugares húmedos o mojados.

Anotar también el tipo de envolvente, cubierta o carcasa -- de luminarias, motores y otros equipos, así como la existencia -- de cajas selladas (condulets), tipo de canalización y tipo de aislamiento de los conductores. Deberán anotarse las características del sistema de tierras de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico localizado en estas zonas.

f). - Centros de Reunión Pública.

Deberá precisarse el uso al que se destinan los lugares de reunión pública (cines, teatros, auditoriums, salas deportivas, -- etc.)

Deberán indicarse la localización y características de los -- siguientes equipos, dispositivos y sistemas:

- Las luces y otros equipos eléctricos sobre el escenario, -- tales como motores de telones, etc.
- Las luces de señalización de salidas, entradas y otros -- accesos; así como las luces de posición de asientos, pasillos, etc.
- Los reguladores de iluminación (Dimmers)
- Los proyectores, el equipo asociado con ellos, las cana -- lizaciones sobre el local de proyección y las caracterís -- ticas de construcción de dicho local.

**f). - Motores y Otras Máquinas de corriente directa.**

Debe indicarse lo siguiente;

- Tensión entre hilos y entre hilos y neutro (en caso de existir éste último).
- Tipo del motor (se refiere a su conexión interna: serie, paralelo, compuesto, etc. )
- Medio de control de la velocidad; en caso de máquinas que - bajo ciertas condiciones puedan desabocarse (motores-serie), debe indicarse el tipo de la protección contra sobrevelocidad.
- Cuando se requiera la conexión a tierra, deberán cumplirse los requerimientos del punto 4 "Sistema de Tierras".

Además de lo anterior, deben incluirse los datos completos - de los sistemas de fuerza y alumbrado abastecidos por corriente directa, - indicando si proceden de generadores separados, de grupos motor-generador o de rectificadores estáticos e incluyendo las características de estos - equipos.

**g). - Plantas Generadoras.**

Los planos de este tipo de instalaciones deben reunir los siguientes puntos:

- La localización, dimensiones, material y otras características generales del lugar donde se instale la planta.
- Capacidad en KW, factor de potencia nominal, tensión entre fases, número de fases y frecuencia de los generadores.
- Tipo y características generales de los primo-motores.
- Tipos y características generales de las protecciones de -- los generadores contra sobrecarga, sobrecorriente, sobrevelocidad y sobretemperatura.
- Localización, trayectorias, dimensiones y características - de ductos, tubos, cables y conductores relacionados con las plantas.
- Tipo y capacidad de los interruptores de transferencia.
- Características misceláneas tales como: tipo de combustible, capacidad y localización de tanques de almacenamiento, localización de drenaje, extintores, alumbrado normal y de emergencia, características del basamento de la planta, localización y características de escape de gases y silenciamiento y por último, características de operación del arranque.

- Los aparatos y dispositivos eléctricos localizados en camerinos, bodegas de películas, almacenes de vestuario y utilería y locales similares.
  - Las conexiones de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico al sistema de tierras.
- g). - Lugares Peligrosos.

Deben indicarse con toda exactitud la clase, división y grupo del equipo, aparatos y dispositivos eléctricos localizados en ambientes con atmósferas que contengan gases, polvos, fibras o pelusas y líquidos inflamables ó explosivos.

Los locales que contengan o manejen dichas sustancias deben delimitarse con toda precisión en los planos y dentro de dichos límites deben especificarse las características de las cubiertas, envolventes o carcasas de equipos o dispositivos eléctricos tales como, luminarias, motores, arrancadores, instrumentos de medición, interruptores, tableros, etc.

Deben indicarse con precisión la localización de sellos en las canalizaciones y el tipo de ellos; además todas las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico deben mostrar su conexión al sistema de tierras (Ver Punto No. 4).

#### 5.4. - Sistema de Tierras.

La instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, puede representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquiera de los dos casos, deben contener la información siguiente: características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterrada. Especificar las características del puente de unión que interconecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra tanto del sistema como del equipo. Indicar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión a tierra del equipo y las referentes a la conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierras. Anotando los criterios y cálculos en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierras.

#### 5.5. - Capacidad Interruptiva. (Cálculos de Corto Circuito)

Todos los proyectos de instalaciones que reciben la energía del suministrador en alta tensión y que reúnan cualquiera de las

siguientes condiciones, deben acompañarse de la memoria de cálculo de corto circuito que necesariamente se realice para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica de todas las protecciones de la instalación o enviar los datos necesarios para realizar dichos cálculos; independientemente de anotar los tipos de interruptores así como sus marcas:

- a). - Transformador de 75 KVA o mayores, tensión secundaria de -- 220 Volts entre fases.
- b). - Transformadores de 150 KVA o mayores, tensión secundaria de 440 Volts.

Los datos que se requieren para realizar los cálculos de corto-circuito son los siguientes:

-Capacidad de corto circuito del sistema de suministro (este dato lo proporciona el Organismo Suministrador).

-Capacidad del o de los transformadores de la instalación, -- acompañados de sus impedancias respectivas y tensiones primarias y secundarias de los mismos.

-Cuando se utilicen generadores y motores en alta tensión, es necesario enviar datos referentes a Reactancias Subtransitorias. De igual forma si se trata de líneas de distribución, -- áreas y/o subterráneas, debe anotarse su reactancia efectiva de acuerdo al acomodo de conductores.

#### 5. 6. - Sistemas y Equipos de Utilización a más de 600 Volts nominales.

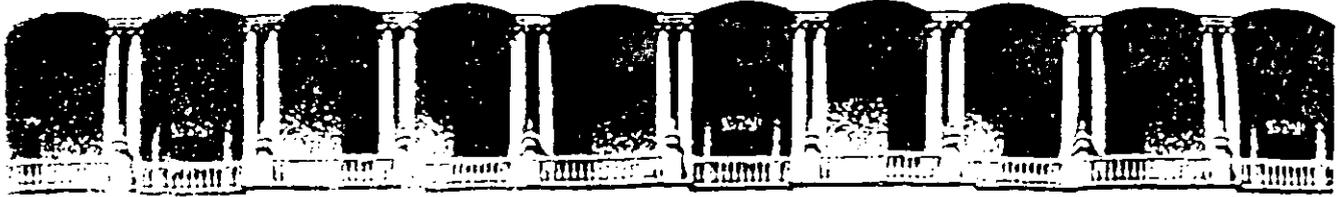
Los planos de sistemas y equipos que operen en sistemas de más de 600 Volts deben cumplir con lo siguiente:

- Debe especificarse la clase y material del aislamiento de los conductores empleados, si su instalación es en ductos u otras canalizaciones describiendo el aterrizado de las pantallas cuando éstas existan, -- así como sus terminales.
- Deben anotarse las características de las canalizaciones y sus accesorios.
- Deben especificarse las características tales como ajustes o valores, capacidades de conducción continuas, capacidades interruptivas, -- etc. de interruptores, controladores y desconectores del equipo de utilización; mencionando con precisión su secuencia de operación contra sobrecorrientes, corto circuito, falla de tierra, operación monofásica, sobrecarga, etc. y

los elementos y dispositivos auxiliares que requieran junto con sus características, tales como relevadores, transductores, equipo de señalización, transformadores de corriente, potencial etc.

Cuando un interruptor, controlador o seccionador junto con sus elementos auxiliares se consiga comercialmente como un equipo integrado, deberá asentarse su marca, tipo y el número de registro correspondiente.

- Deben especificarse las características de los interruptores y seccionadores de alimentadores de enlace o transferencia; así como la de los apartarrayos con que cuenta la instalación.
- Deben especificarse las características especiales del aterrizado de los sistemas eléctricos y de las partes metálicas no conductoras de corriente que requieran ser aterrizadas; así como detalles o notas respectivas que ilustren su conexión.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

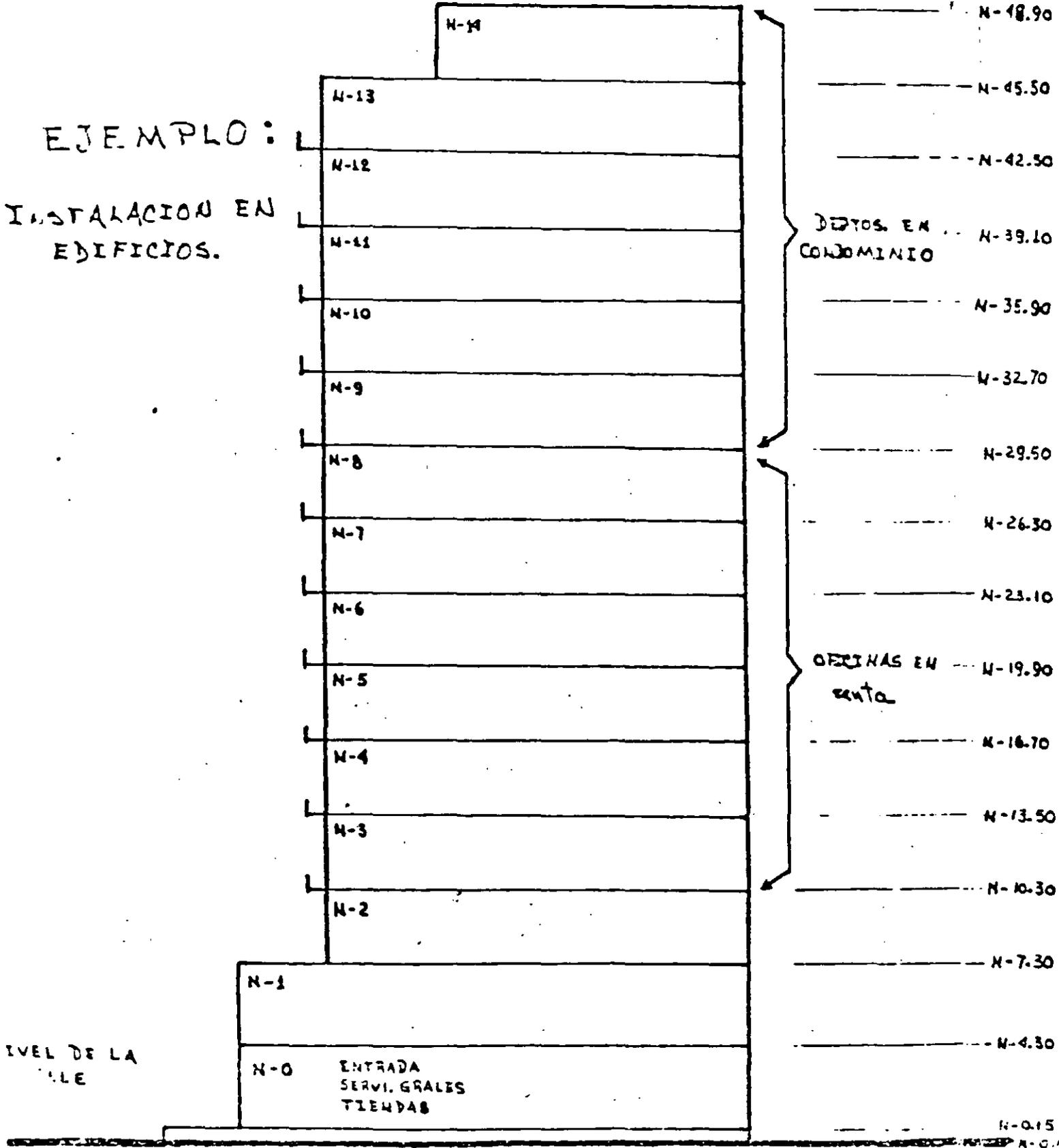
**MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

**EJEMPLO DE UN PROYECTO ELECTRICO**

**ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS**

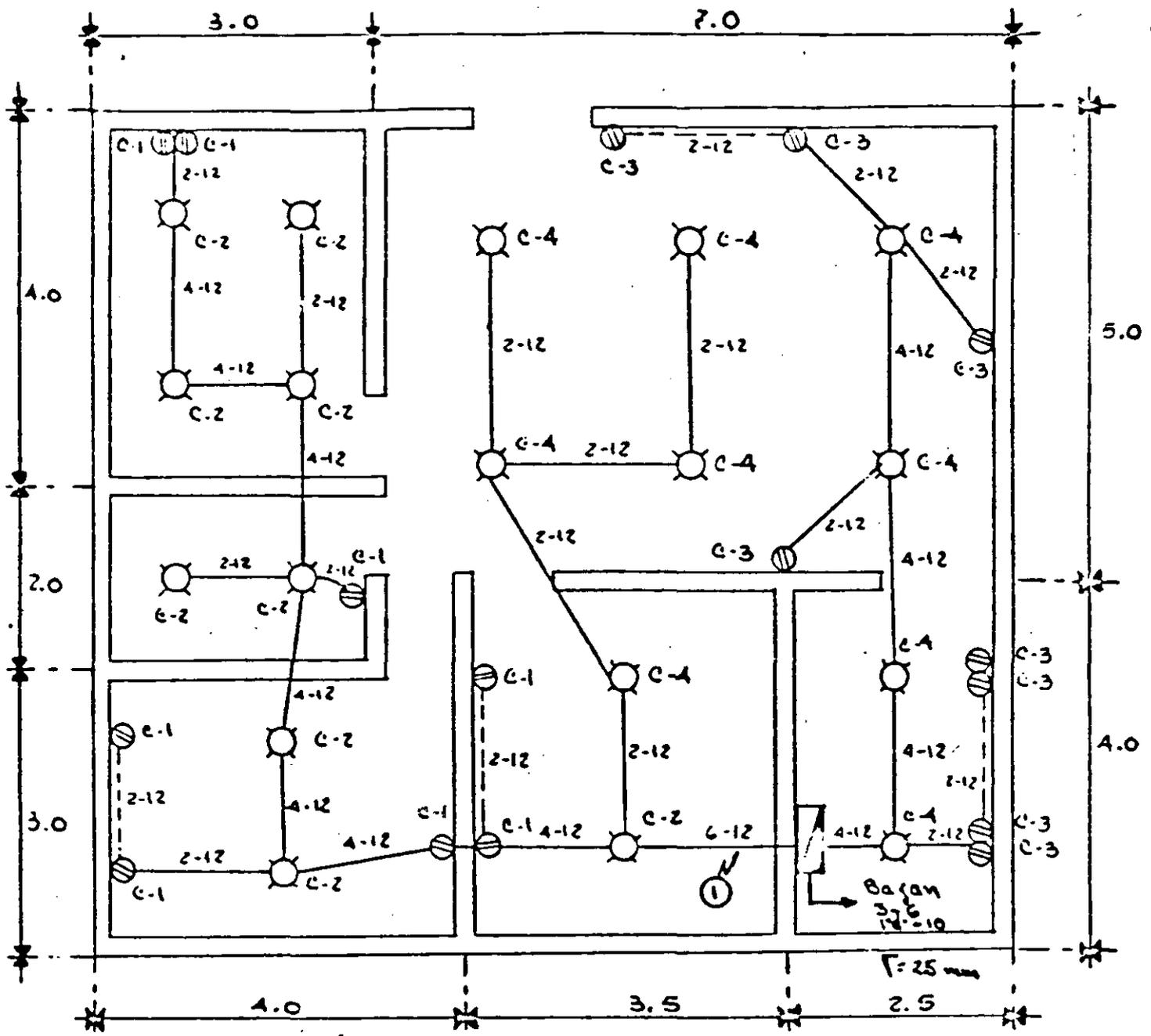
1

EJEMPLO:  
INSTALACION EN  
EDIFICIOS.



A).- DEPARTAMENTO EN CONDOMINIO

00002



ASOCIACIONES: MTS

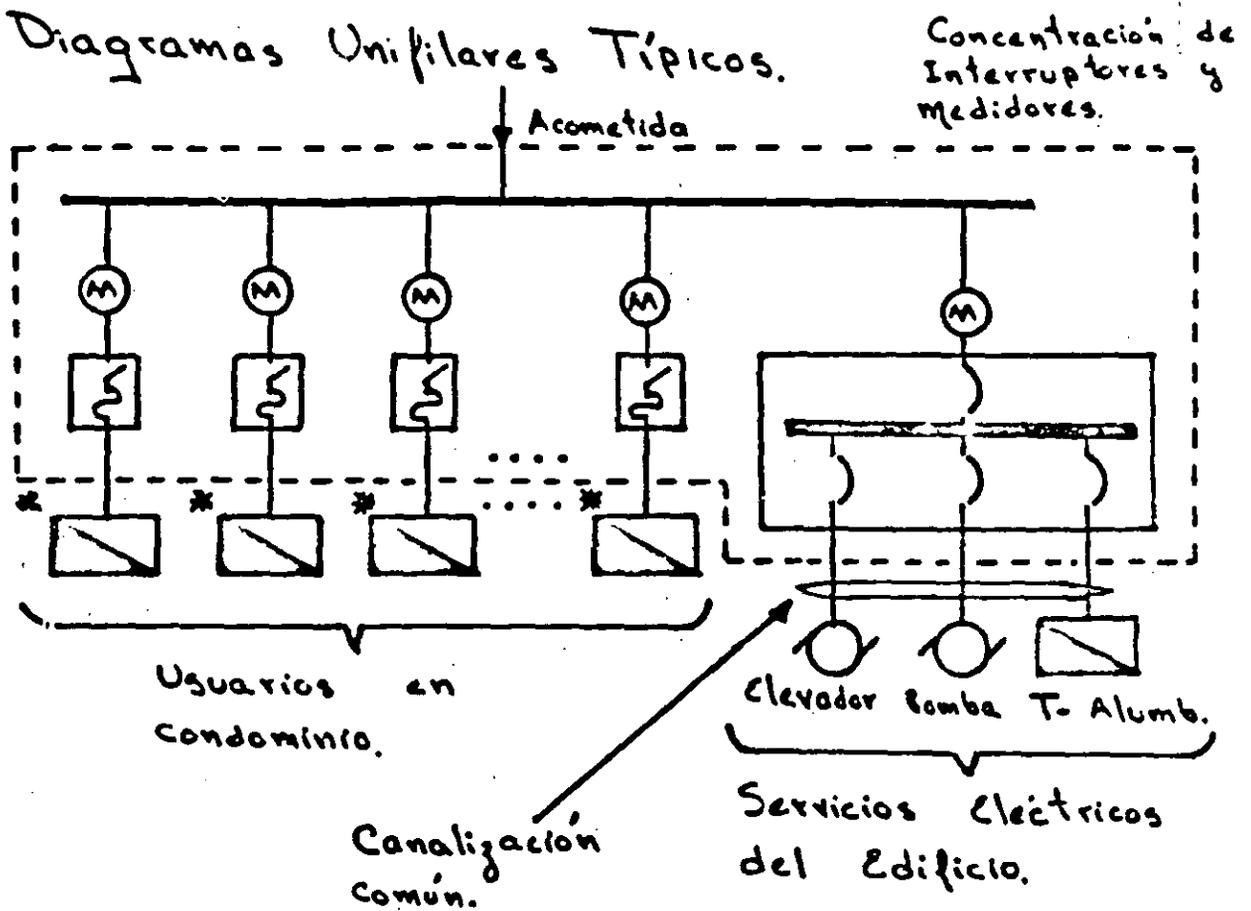
CALCULO DE LA CARGA (UTIE 204.2)

CIRCUITOS DERIVADOS :

- 2 ALUMBRADO — 9 x 125 W. = 1125 W.
- 2 CONTACTOS — 8 x 180 W. = 1440 W.

# Instalaciones Eléctricas en Condominio

## Diagramas Unifilares Típicos.



Los conductores de cada Usuario (marcados con asterisco \*), deben ir en canalizaciones independientes (Tubos o ductos diferentes). N-301.17

Los conductores de los servicios del edificio pueden ir en las mismas canalizaciones.

Si la Canalización es tubo plástico, debe emplearse el de PVC y no el PE N-306.25

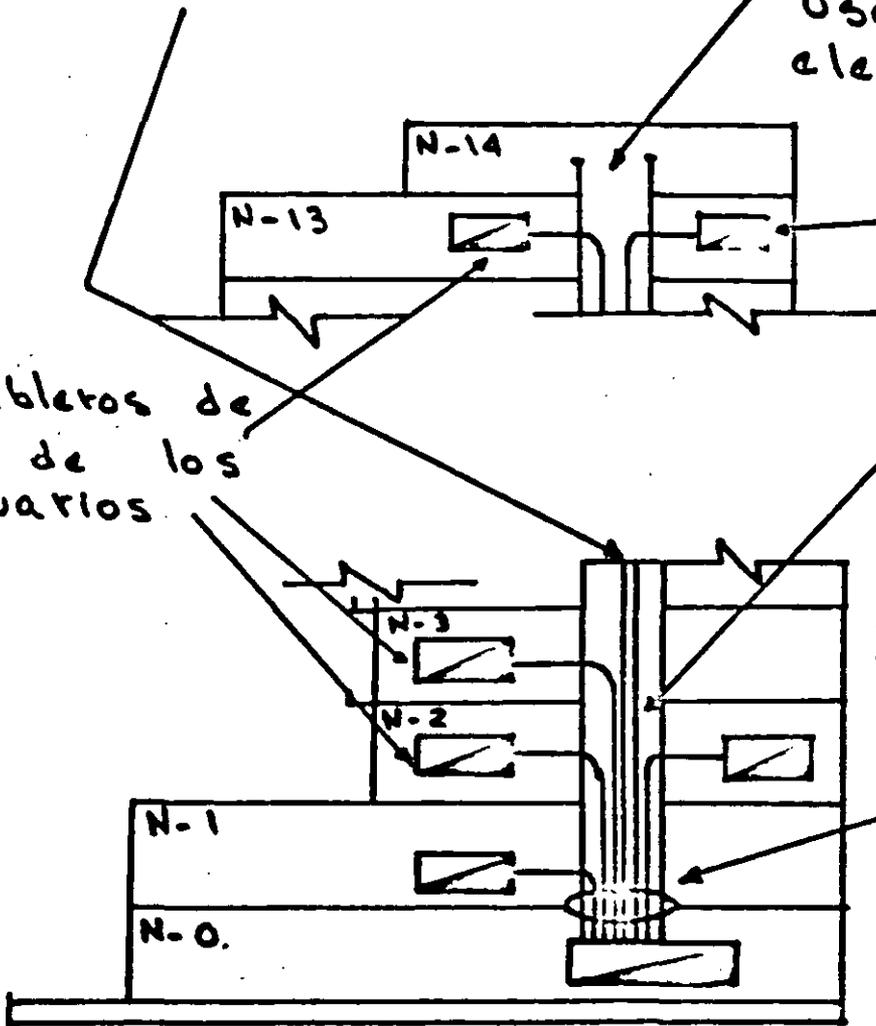
Cubo de Canalizaciones no debe usarse el del elevador. N-301.15

Tablero del Elevador

Tabletos de C/u de los usuarios

Los conductores deben soportarse cada cierta distancia. Tabla 301.12

Notese una canalización para cada usuario y una para los servicios.



Acometida →

Concentración de medidores e interruptores.

# CALCULO DE CONDUCTORES

5

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA : 1,440 W

— POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN:

$$I_{\text{NOMINAL}} = \frac{\text{CARGA}}{\text{TENSIÓN}} = \frac{1440}{127} = 11.3 \text{ Amps.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N° 14 → 15 Amps.

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMP. = 1.0 x 15 = 15

FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGUP. = 0.8 x 15 = 12

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DISMINUIDA : 12

POR CAÍDA DE TENSIÓN:

$$\Delta\% \leq 3 \quad (\text{NTIE 2026})$$

L = 18 mts.

$$S = \frac{\Delta L I^2}{\Delta_n \Delta\%} = \frac{4(18)(11.3)^2}{127(3)} = 2.135 \text{ mm}^2, \cong \# 14$$

PERO SEGÚN EL ART. 2027 G) DEBE SELECCIONARSE EL CALIBRE N° 12

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 12.

COMPLE CON AMBOS CRITERIOS

## SELECCION DE LA PROTECCION :

PROTECCION SEGUN LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES :

CALIBRE NO. 12                      SOPORTA 20 Amp.  
 FACTOR DE AGRUPAMIENTO :  $0.8 \times 20 = 16$  Amp.  
 CAPACIDAD DISMINUIDA 16 Amp.  
 PROTECCION DE 15 ó 20 Amp.

CAUDALIZACION :

PUNTO MAS CRITICO : ①

6 CONDUCTORES DEL NO. 12                      (76.8) mm<sup>2</sup>

$$(12.8 \text{ mm}^2) \times 6 = 76.8 \text{ mm}^2$$

NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40 % DE LA CAUDALIZACION.

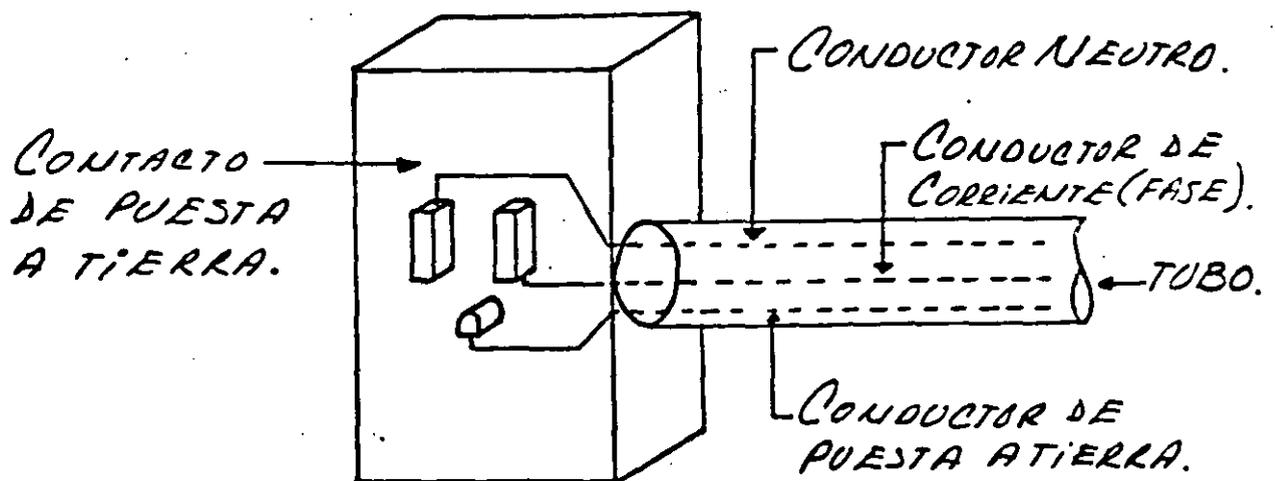
$$\begin{array}{rcl} 76.8 \text{ mm}^2 & \text{---} & 40 \% \\ \Delta & \text{---} & 100 \% \quad \Delta = 192 \text{ mm}^2 \end{array}$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

POR FACILIDAD DE LA INSTALACION SE RECOMIENDA EL USO DEL TUBO DE 19 mm.

7

PUESTA A TIERRA DE PARTES METÁLICAS DE APARATOS QUE VAN A USARSE EN COCINAS Y BAÑOS MEDIANTE CONTACTOS DE PUESTA A TIERRAS.



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA :

PROTECCION	CALIBRE (CU)
15 amp. ————	14
20 amp. ————	14
30 amp. ————	12

## ALIMENTADORES.

### CALCULO DE LOS CONDUCTORES:

- CARGA TOTAL 5130 WATTS 2 $\phi$  ; 3 HILOS.
- ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA.

FACTOR DE DEMANDA 35% EXCESO DE 3000 WATTS

$$5130 \text{ W.} - 3000 \text{ W.} = 2130 \text{ W.} \times 0.35 = 745.5 + 3000 =$$

$$= \underline{3745.5 \text{ WATTS.}} \quad \therefore$$

CARGA POR FASE = 1872.8 WATTS.

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_n = \frac{\text{CARGA}}{127} = \frac{1872.8}{127} = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N. 14 (TW) = 15 AMP.

$$F.C.T. \& F.C.A. = 1$$

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 15 AMP.

- POR CAÍDA DE TENSION<sup>9</sup>  $e\% \leq 2$  (NTIE 203.3)

$$S = \frac{4LI}{e_n \cdot e\%} = \frac{4(50)14.7}{2 \times 127} = 6.9 \text{ mm}^2.$$

$11.57 \text{ mm}^2.$

CORRESPONDE A UN CALIBRE N° 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 6  
CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE  
MÁXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA  
CORRIENTE DE FASE MÁS CARGADA.

$$\therefore I_n = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR N° 6 POR CAÍDA DE TENSION.

## PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCION DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N.º 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

PROTECCION DE 50 AMP. O MENOR (40, 30, 25 O 20 AMP.) ES ADECUADA EN ESTE CASO.

## CANALIZACIONES:

- LAS CANALIZACIONES EN DONDE SE ALOJAN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN SER INDEPENDIENTES (NFIE 301.17);

∴ SOLO 3 CONDUCTORES Y 1 DE TIERRAS.

— SEGÚN LA NORMA 301.12 LOS CONDUCTORES EN LAS CANALIZACIONES VERTICALES, DEBEN DE SUJETARSE (TABLA 301.12) A NO MÁS DE 30 METROS.

— LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MÁS DEL 40% DEL ÁREA INTERIOR DE LA CANALIZACIÓN.

3 CONDUCTORES DEL N°6 — 158.7 mm<sup>2</sup>.

1 " " " N°10 (TIERRA) — 16.8 mm<sup>2</sup>.

175.5 mm<sup>2</sup>.

175.5 mm<sup>2</sup> — 40%.

A " — 100%.

$A = 438.8 \text{ mm}^2$ .

CORRESPONDE A UN TUBO DE 25 mm.

DIÁMETRO NOMINAL.

CIRCUITO DERIVADO PARA UN MOTOR DE SISTEMA DE BOMBEO DE 20 C.F. 3  $\phi$ , 220 volts,  $\eta = 0.90$ , F.P. = 0.85, EL MOTOR ES DE SERVICIO PERIODICO Y SU REGIMEN DE TRABAJO ES CONTINUO. EN LA CANALIZACION VIAJAN 6 CONDUCTORES.

- CORRIENTE NOMINAL.

- TOMAR ESTE VALOR DE DATO DE PLACA O'
- CALCULAR MEDIANTE :

$$I_{LUPC} = \frac{C.F. \times 746}{\sqrt{3} \times KV \times F.P. \times \eta} = \frac{20 \times 746}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.85 \times 0.9} = 51.2 \text{ Amp.}$$

- CONDUCTORES.

- POR CAPACIDAD DE CORRIENTE :

EL FACTOR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES SEGUN TABLA 403.14 DE LAS N.T. I. E. ES EL 140% DE LA  $I_{LUPC}$ .

$$I_{COND.} = 1.4 \times I_{LUPC} = 1.4 \times 51.2 = 71.7 \text{ Amp.}$$

CORRESPONDE A UN CALIBRE NO. 4 (THW) CON UNA CAPACIDAD DE 90 Amp.



ESTE VALOR ES NECESARIO AFECTARLO POR EL FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO QUE EN ESTE CASO ES 0.8 Y F.C.T. = 1

14

$$I_{\text{REAL}} = I_{\text{NOM}} \times F.A. \times F.C.T.$$
$$= 90 \times 0.8 \times 1.0 = 72 \text{ AMP}$$

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL N.º 4

- POR CAIDA DE TENSION :

LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA

$$SI, L = 50 \text{ mts.}$$

$$S = \frac{2 L I}{E_{\eta} \times Q\%} = \frac{2(50) 51.18}{127 \times 2} = 20.15 \text{ mm}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 4 AWG

- EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL N.º 4 AWG PUES CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

15

$$I_{psc} = 1.25 I_{upe} = 1.25 (51.2) = 64 \text{ Amp.}$$

SI EL VALOR DE LA PROTECCION ES INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO, PUEDE USARSE EL INMEDIATO SUPERIOR SIEMPRE-- QUE NO EXCEDA DEL 140 %  $I_{upe}$ .

$$I_{psc} \leq 1.40 I_{upe}$$
$$= 1.40 (51.2) = 71.7 \text{ Amp.}$$

- TAMAÑO DEL ARRANCADOR.

SEGUN TABLA ANEXA, TAMAÑO DE ARRANCADOR REQUERIDO = 3 NEMA

# CAPACIDAD POR TAMAÑOS DE ARRANCADORES MAGNETICOS

16

No. POLOS	TAMAÑO	1Ø, 127V	2Ø, 220V	No. POLOS	3Ø, 220V	3Ø, 440V
2 POLOS	00	$\frac{1}{3}$	1	3 y 4 POLOS	$1\frac{1}{2}$	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		$7\frac{1}{2}$	10
	2	3	$7\frac{1}{2}$		15	25
	3	$7\frac{1}{2}$	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600

## — PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

SUPONIENDO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NO DEBE EXCEDER DEL 400% DE LA  $I_{NPC}$  SEGUN NTIE 403.35

$$V_{\text{PROT.}} \leq 400\% I_{NPC} = 4(51.2) = 204.8$$

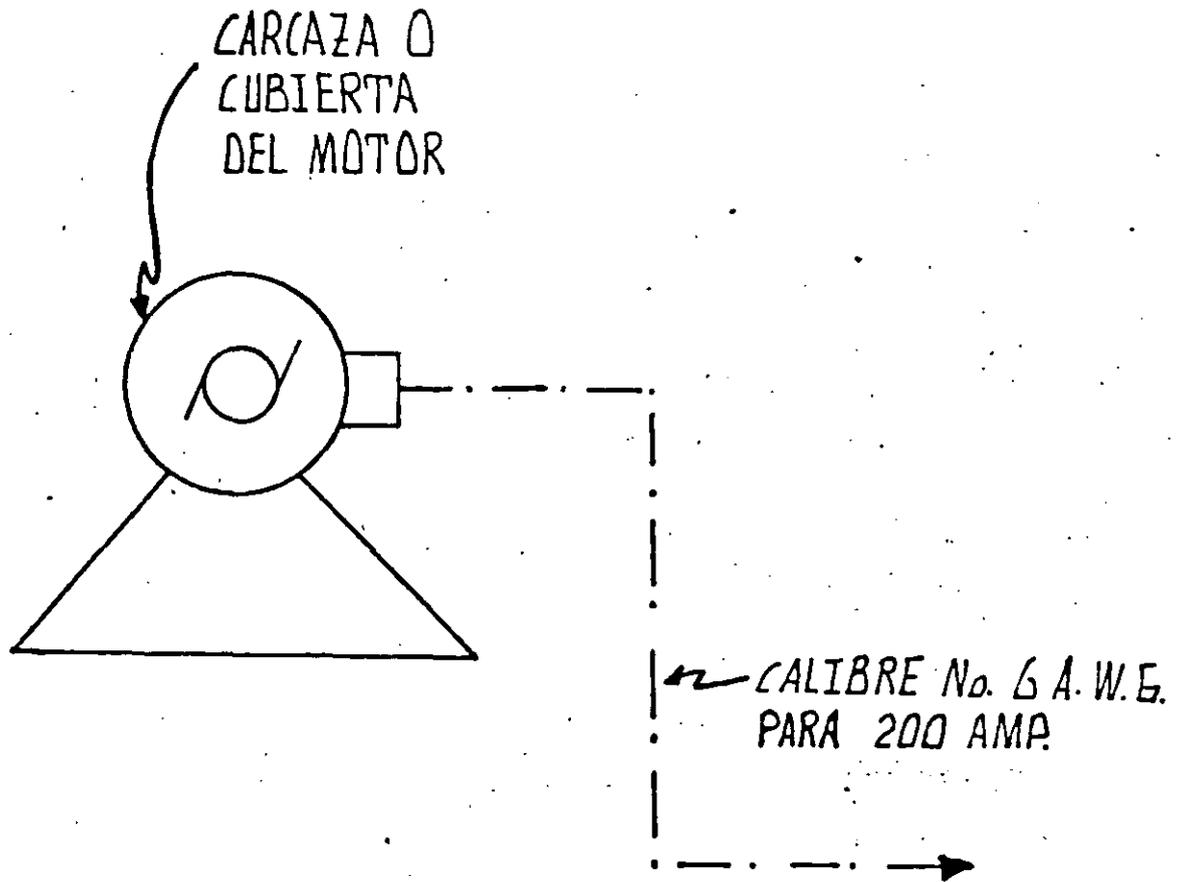
PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE :

3 x 150 AMP

3 x 175 AMP

3 x 200 AMP

## PUESTA A TIERRA DEL MOTOR.



AL ELECTRODO NATURAL O ARTIFICIAL LOCALIZADO  
EN LA ENTRADA DE SERVICIO  
SEGUN NTIE 206.58

F A S E S

	A (W.)	B (W.)	C (W.)
TAB A	4250	3950	3800
TAB B	5350	5100	5200
TAB C	3800	4250	3950
TAB D	5200	5350	5100
TAB E	3950	3800	4250
TAB F	3200	3100	3150
TAB S	7500	7600	7800
	33250	33150	33250

19

$$\text{DESBALANCED} = \frac{F_M - F_m}{F_M} \times 100 = 0.3\%$$

# ALIMENTADORES

20

## CALCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3Ø, 4 HILOS

ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

• FACTOR DE DEMANDA 70%. EXCESO SOBRE 20 000 W.

$$99\ 650 - 20\ 000 = 79\ 650 \times .70 = 55\ 755 + 20\ 000 = \\ = 75\ 755 \text{ W.}$$

— POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$F.P. = 0.85$$

$$I_N = \frac{\text{CARGA (W)}}{\sqrt{3} V_f F.P.} = \frac{75\ 755}{\sqrt{3} \times 220 \times .85} = 233.9 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO 250 M.C.M. (THW) 75°C.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y -  
AGRUPAMIENTO = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.

—POR CAIDA DE TENSION:

$$C\% = 2 ; L = 30M.$$

$$S = \frac{2LI}{C_n C\%} = \frac{2 \times 30 \times 233.9}{127 \times 2} = 55.25 \text{ MM}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 2/0.

CONCLUSION: EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL DE 250 M.C.M., CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CALCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE MAXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA CORRIENTE DE LA FASE MAS CARGADA.

$$I_N = 233.9 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR 250 M.C.M. (THW) 75%.

# CALCULO DE LA PROTECCION

22

## 1<sup>er</sup> CRITERIO:

$V_{\text{PROT}}$  DEL MOTOR MAYOR + I DEMAS MOTORES Y CARGA.

$$V = 175 + (233.9 - 51.2) = 357.7 \text{ AMP}$$

( $I_{\text{fase}} - I_{\text{mot mayor}}$ )

VALOR ADECUADO 3X300 ó 3X350 AMP.

## 2<sup>o</sup> CRITERIO:

ACORDE CON LA AMPACIDAD DE LOS CONDUCTORES  
Y NO MAYOR DEL 125% DE DICHA AMPACIDAD

$$V \leq 1.25 (\text{AMPACIDAD}) = 1.25 (255 \text{ AMP})$$

$$V \leq 318.8 \text{ AMP}$$

VALOR ADECUADO 3X300 AMP.

# CANALIZACION:

23

LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA INTERIOR DE LA CANALIZACION

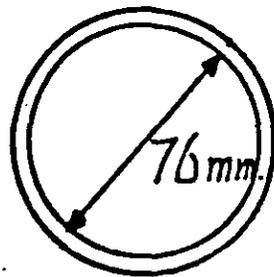
4 CONDUCTORES 250 M.C.M. — 1258.4 MM<sup>2</sup>

$$1258.4 \text{ mm}^2 \text{ — } 40\%$$

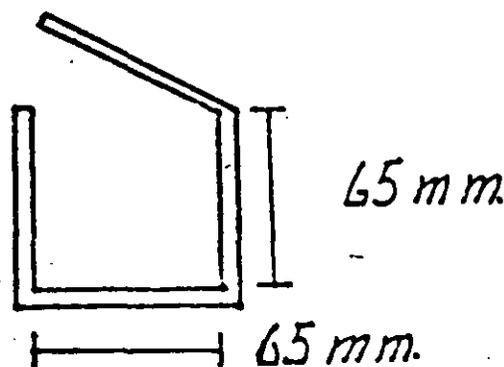
$$A \text{ — } 100\%$$

$$A = 3146 \text{ mm}^2$$

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm  $\varnothing$  NOMINAL



Ø DUCTO CUADRADO DE 6.5 x 6.5 cm



# SUBESTACION

24

- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

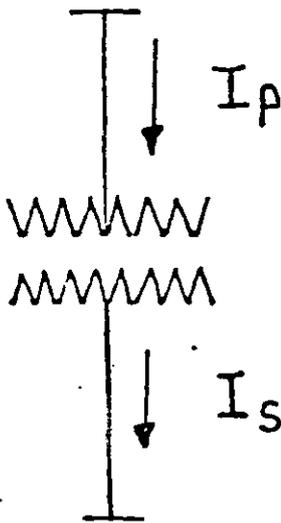
$$L = \frac{[\text{CARGA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

$$L = \frac{75755 \text{ WATTS} + 20\% \cdot \text{RESERVA}}{0.85}$$

$$L = \frac{75.8 \text{ KW} + 15.2 \text{ KW}}{0.85} = 107.1 \text{ KVA}$$

SE SELECCIONA EL TRANSFORMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

CORRIENTES NOMINALES.

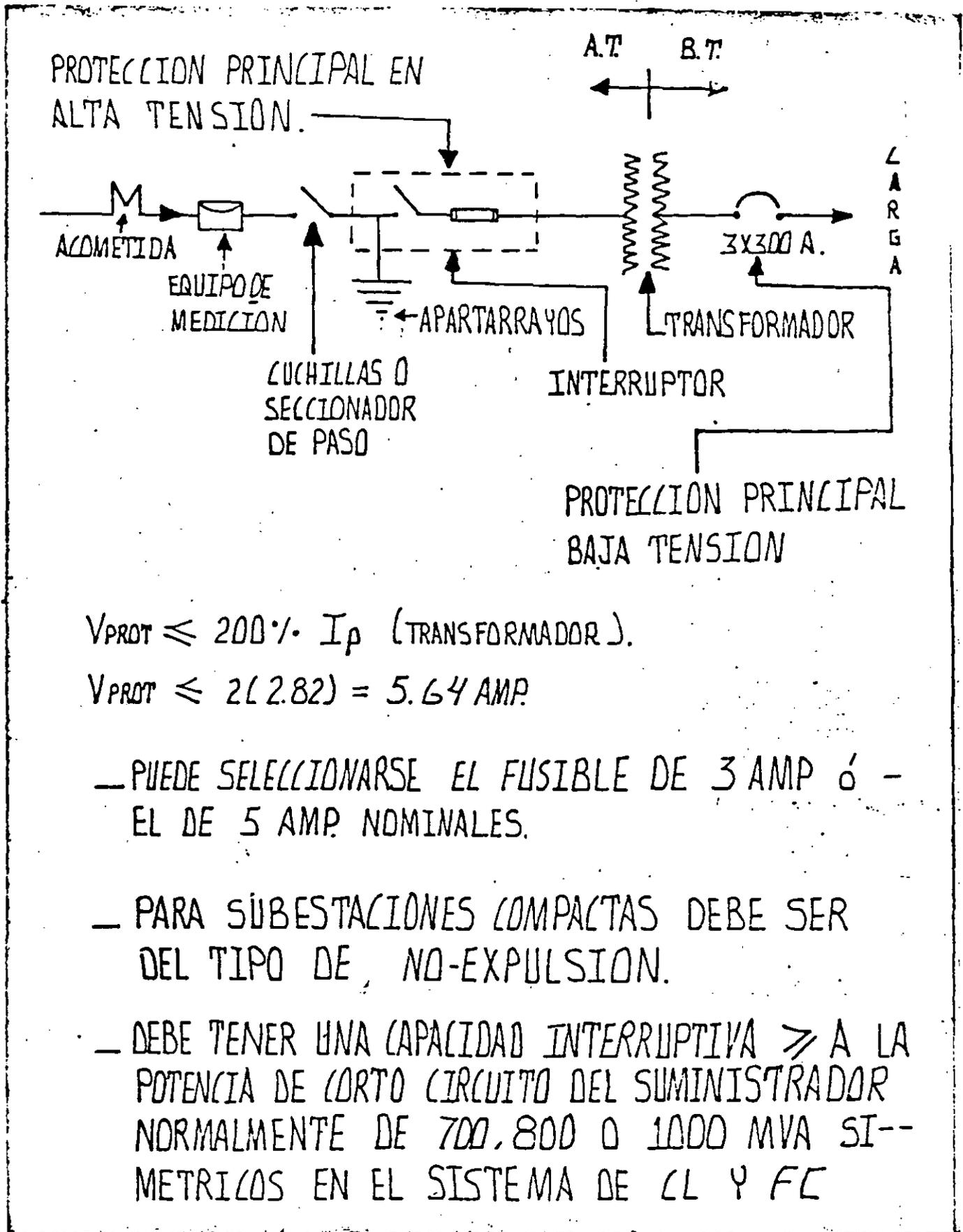


$$I_p = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_p}$$

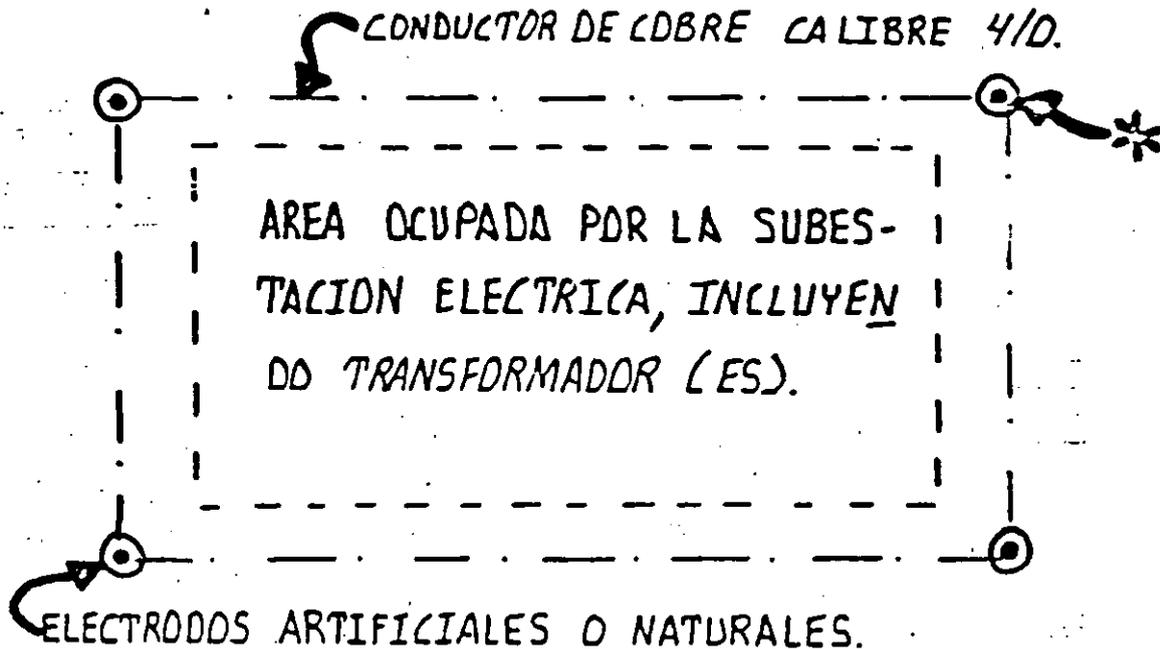
$$I_p = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 23} = 2.82 \text{ AMP}$$

$$I_s = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_s}$$

$$I_s = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 295.2 \text{ AMP}$$



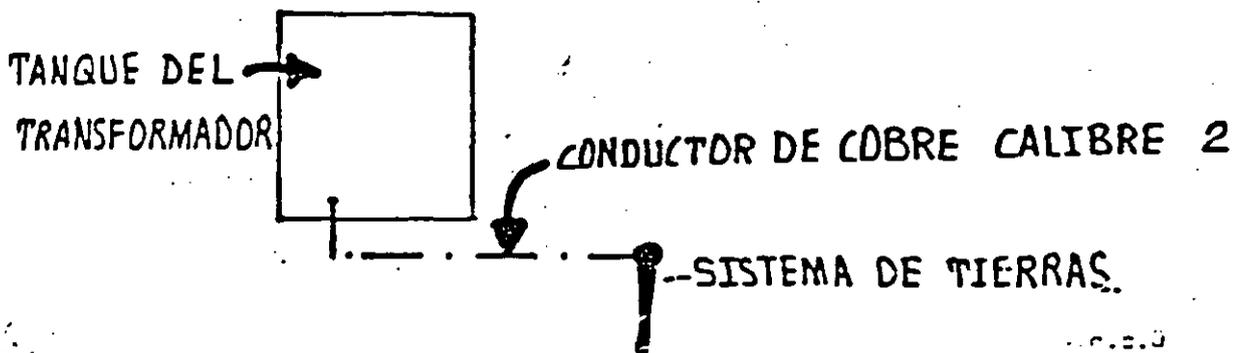
## RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.

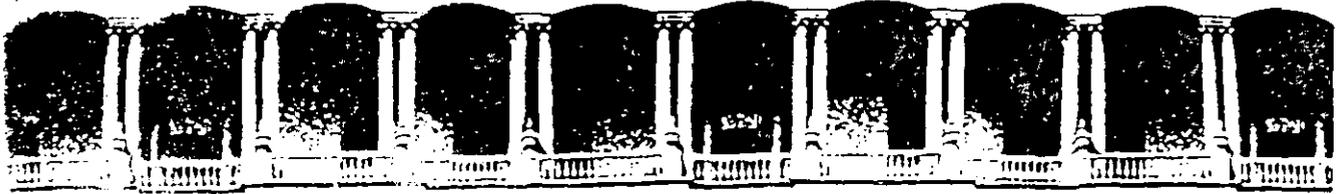


SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS :  $10 \Omega$ .

\* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.





FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

C: INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

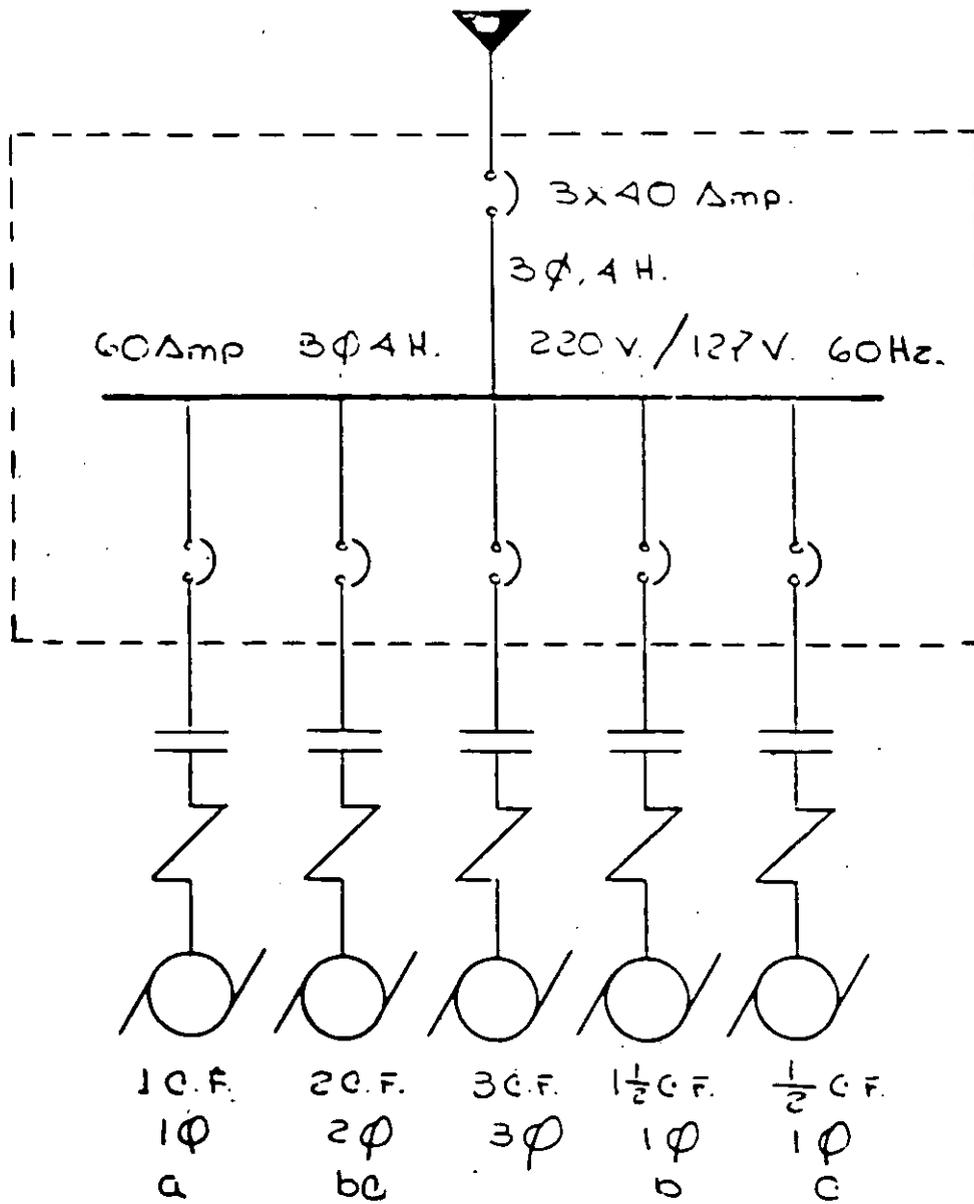
MOD: II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

A N E X O

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTAN CONECTADOS LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

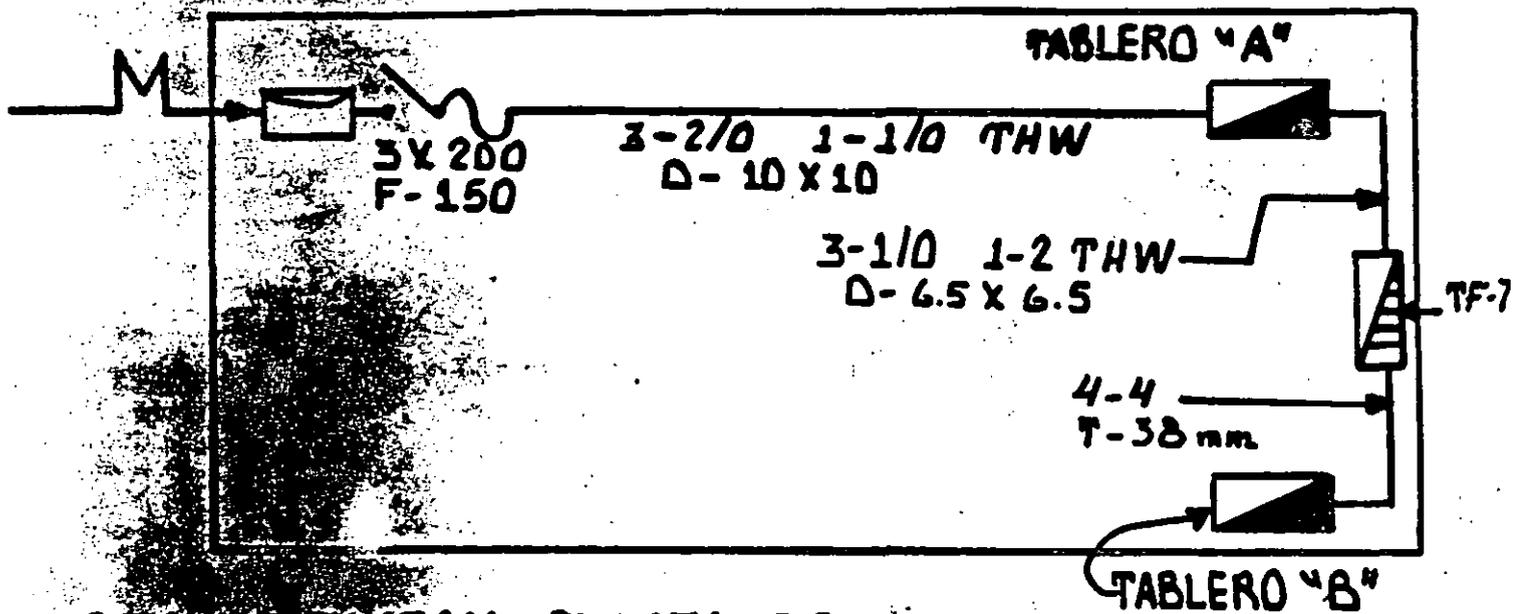
EJEMPLO :



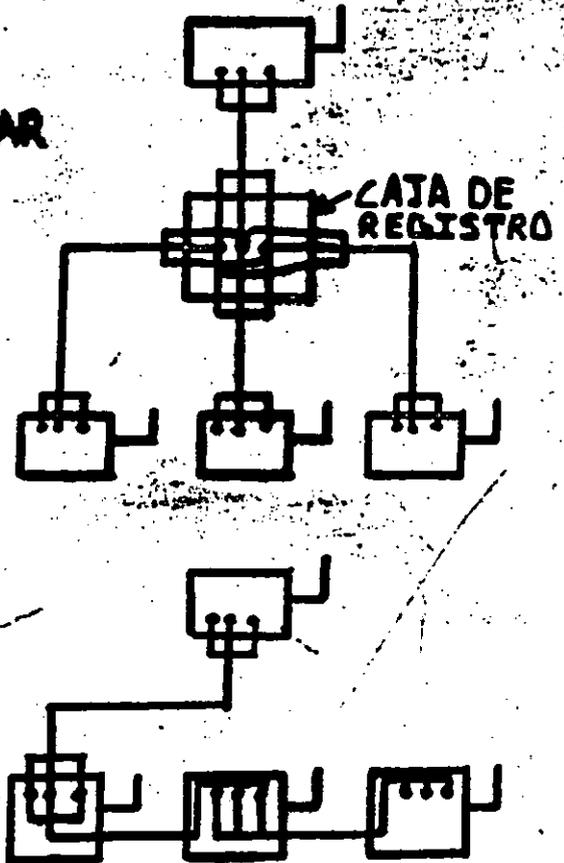
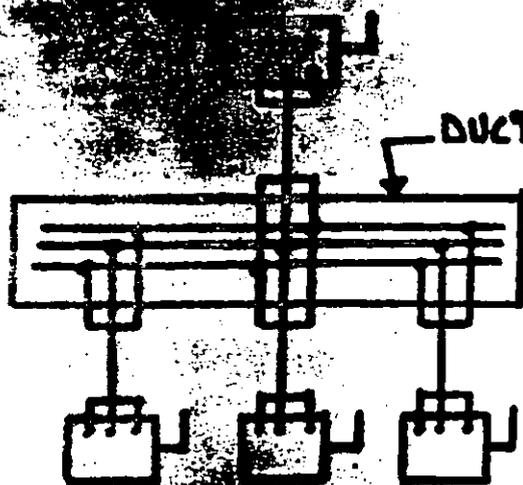
OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
- FACILITAR EL BALANCEO.

# LOCALIZACION DE ACOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.

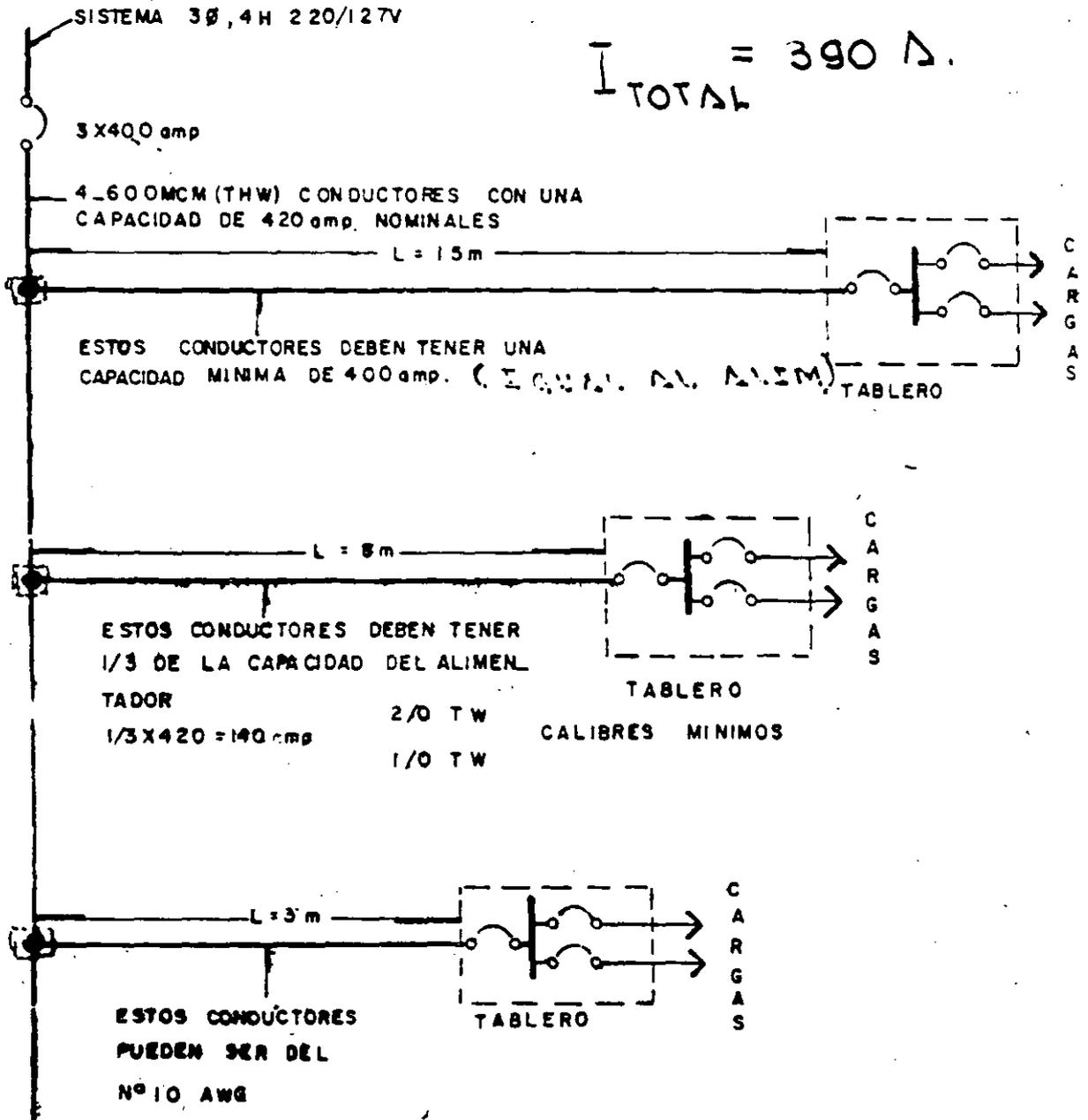


## REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES

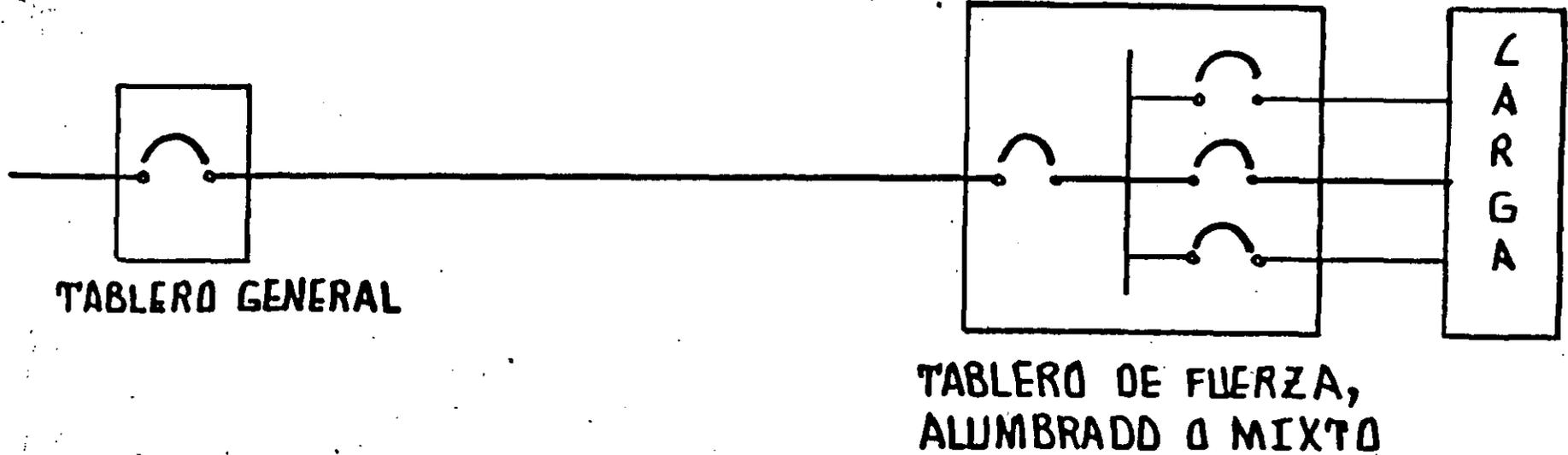


INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES, CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.

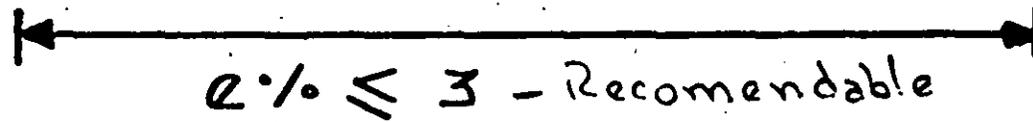
**EJEMPLO**



CAIDA DE TENSION (ARTICULOS 202.6 Y 203.3) → N.T.S.E.



CIRCUITO ALIMENTADOR



$2\% \leq 3$  - Recomendable

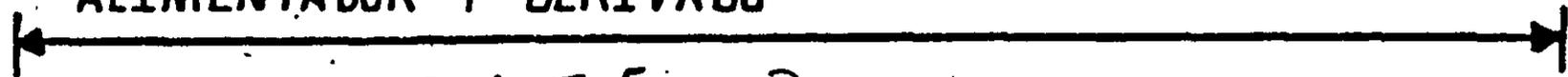
PERO DEBE CUIDARSE QUE :

ALIMENTADOR + DERIVADO

CIRCUITO DERIVADO



$2\% \leq 3$   
Recomendable.



$2\% \leq 5$  - REQUISITO

LA CAIDA DE TENSION REPRESENTA PERDIDAS DE ENERGIA EN  
LOS CONDUCTORES

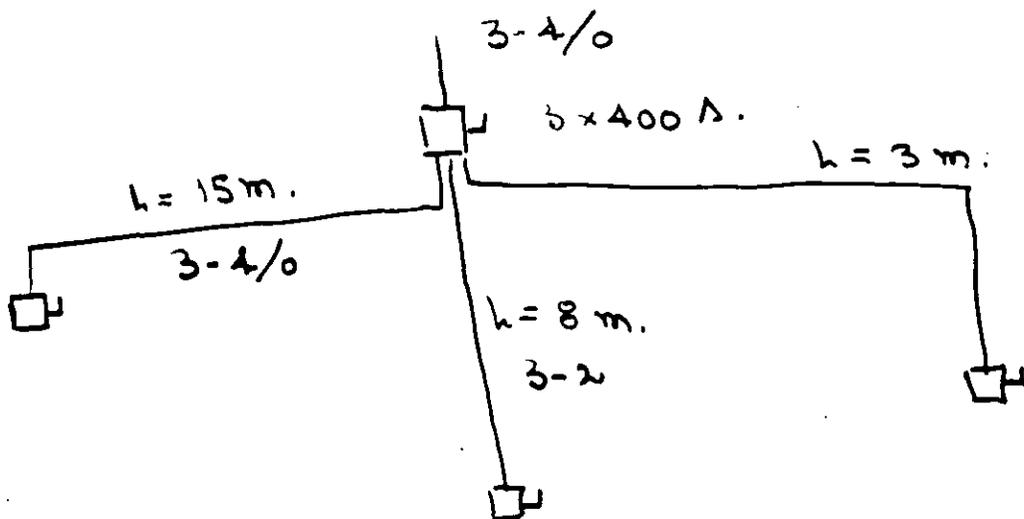
## Circuitos Derivados

- La protección contra sobrecorriente del circuito derivado determina su capacidad.
- Los circuitos para alumbrado deben calcularse al 100%.
- Deben tener conductores neutros individuales.
- Si abastecen cargas continuas su capacidad debe reducirse un 20%.
- El calibre mínimo para cargas definidas debe ser del N° 14 y para cargas indefinidas debe ser del N° 12.

## Circuitos Alimentadores

- El calibre mínimo debe ser del N° 10.
- Pueden aplicarse factores de demanda para cualquier tipo de carga que abastezcan.
- Puede utilizarse un neutro común hasta para 3 alimentadores.

Los dispositivos de protección deben colocarse lo más cerca posible desde su origen.

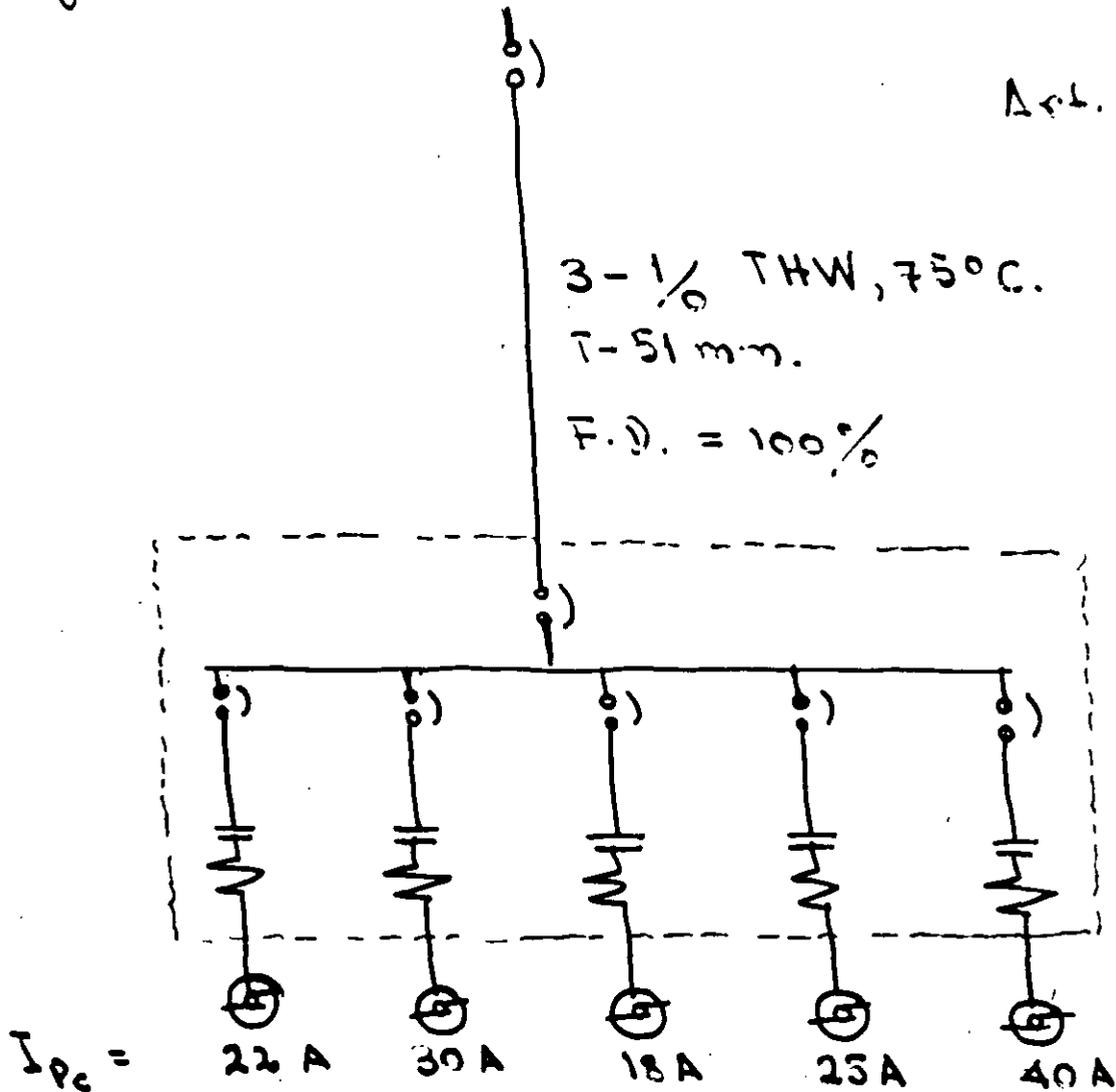


- Instalar arrancadores a T.R. en motores mayores de 10 c.p.

- Suministro en A.T.

- Suministro en B.T.

- Los alimentadores deben ser suficientes para la carga por servir.



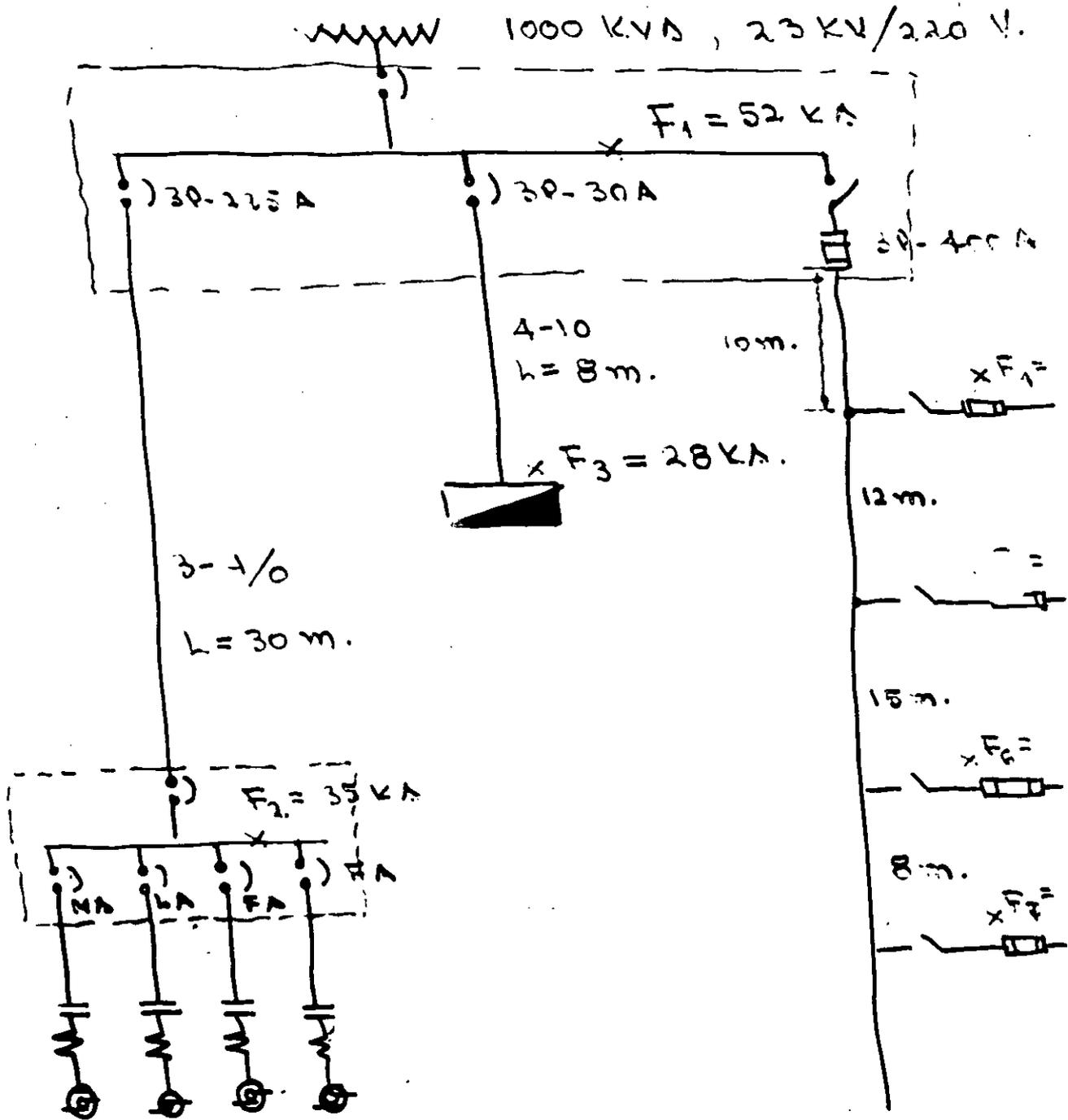
$$I_{Total} = 145 A$$

- Los conductores usados en paralelo deben cumplir:

Art. 302.5

- a).- Igual longitud
  - b).- Igual tipo de aislamiento
  - c).- Misma sección transversal
  - d).- Unidos firmemente en sus extremos.
- 7

$$\% Z = 5.4$$



-Todas las protecciones deben tener suficiente capacidad interruptiva.

- En teatros, cines y locales similares utilizar únicamente canalizaciones metálicas. Sec. 312.

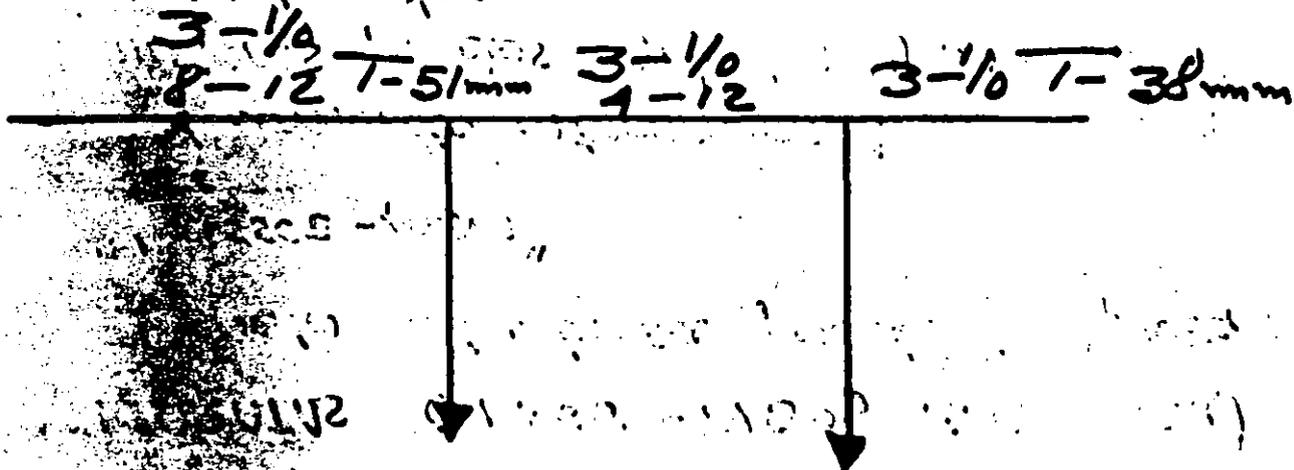
Excepción: Lugares húmedos y corrosivos - Tubo de PVC embutido a 4 cm.

- En la selección de los conductores considerar el F. de  $\Delta$ . y en su caso el F.T.

Nº de Cond.	% del valor de $\Delta$ mp.
4 - 6	80
7 - 24	70
25 - 30	60

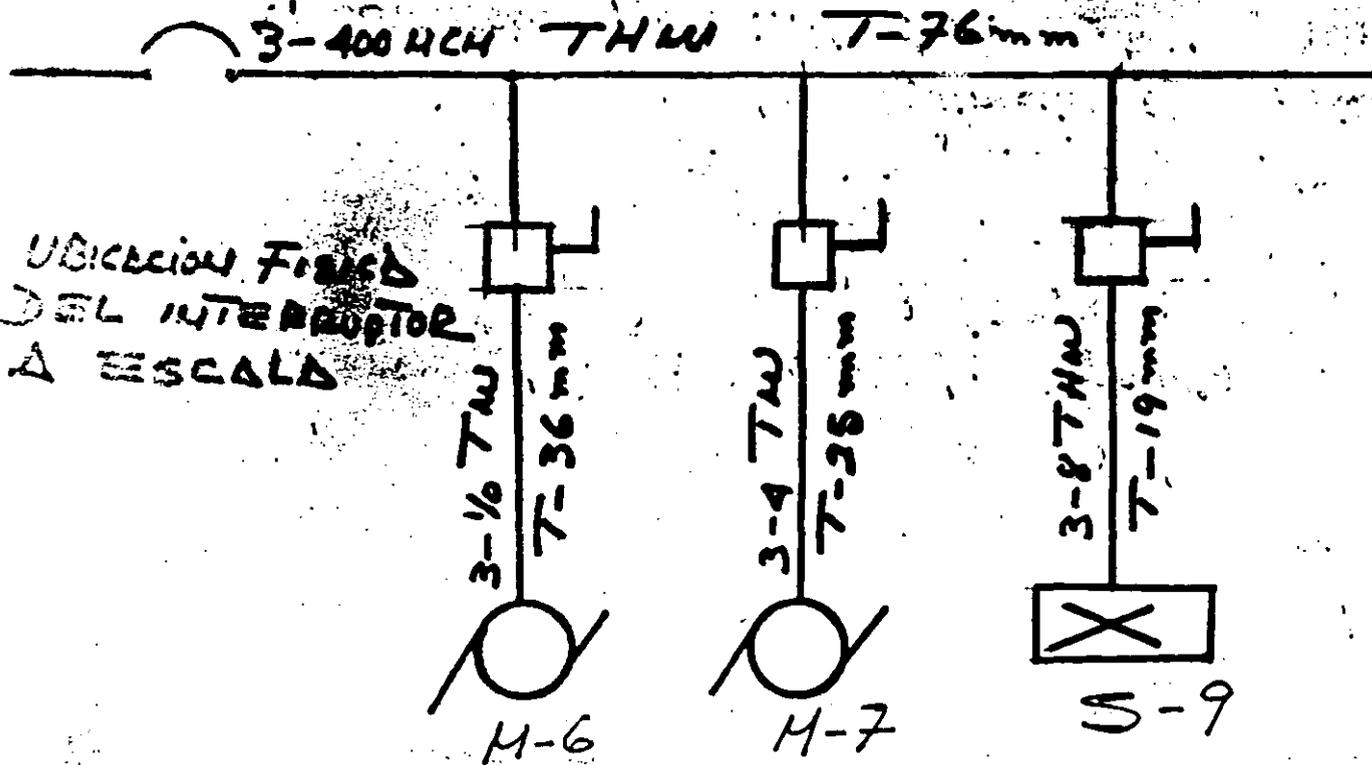
No considerar el conductor neutro.

# NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.

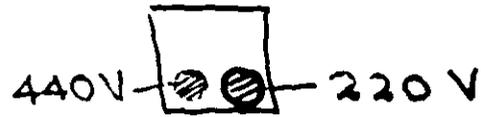


# LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CARGAS DISTRIBUIDAS



- Los conductores de diferentes sistemas no deben ocupar la misma canalización



Art. 301.9

Excepto: Charolas.

- Factor de Relleno -



Considerar todos los conductores.-

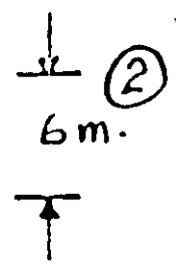
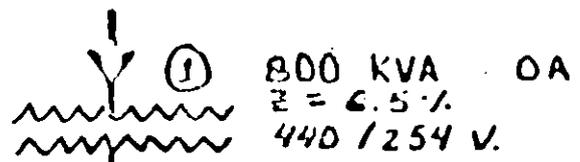
- Las canalizaciones cerradas no deben albergar más de 30 conductores activos.



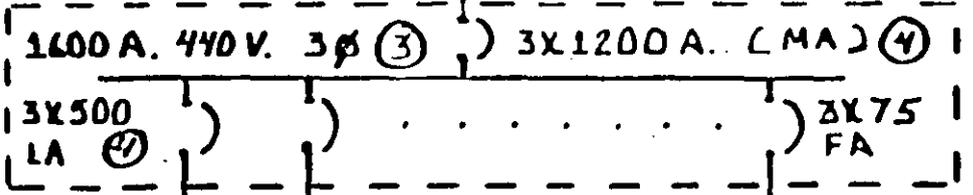
30 conductores  
Activos  
(Cualquier calibre).

# DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSION

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION (5)



BARRA 1600A. 440V. 3Ø



ALIM-1 (5)

ALIM-2 (6)

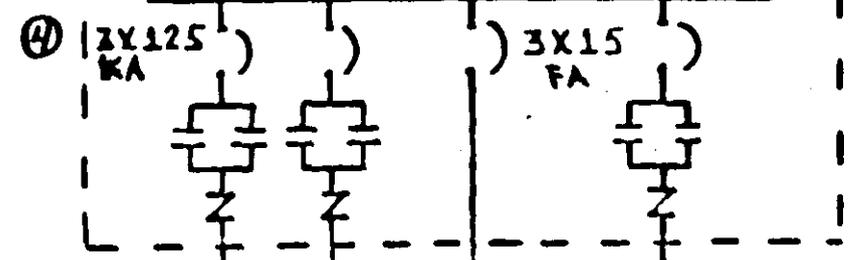
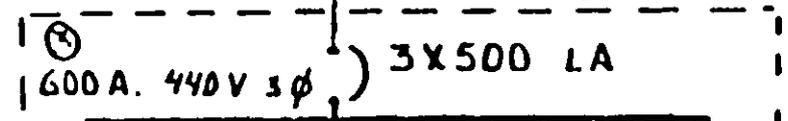
ALIM-12  
L = 20m.  
e% = 2.3

- ⑦ 6-300 MCM THW  
1-400 MCM N
- ⑧ CHAROLA - 40 CMS.

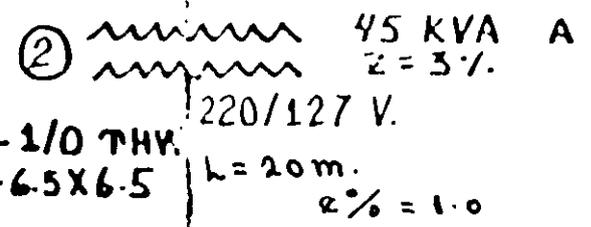
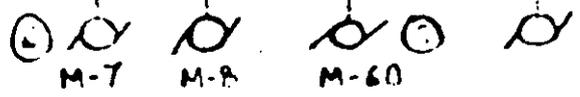
- ⑦ 4-2 THW
- ⑧ T-51mm.

e% = 3.0

CCM-1 (5)



⑦ 3-6 THW



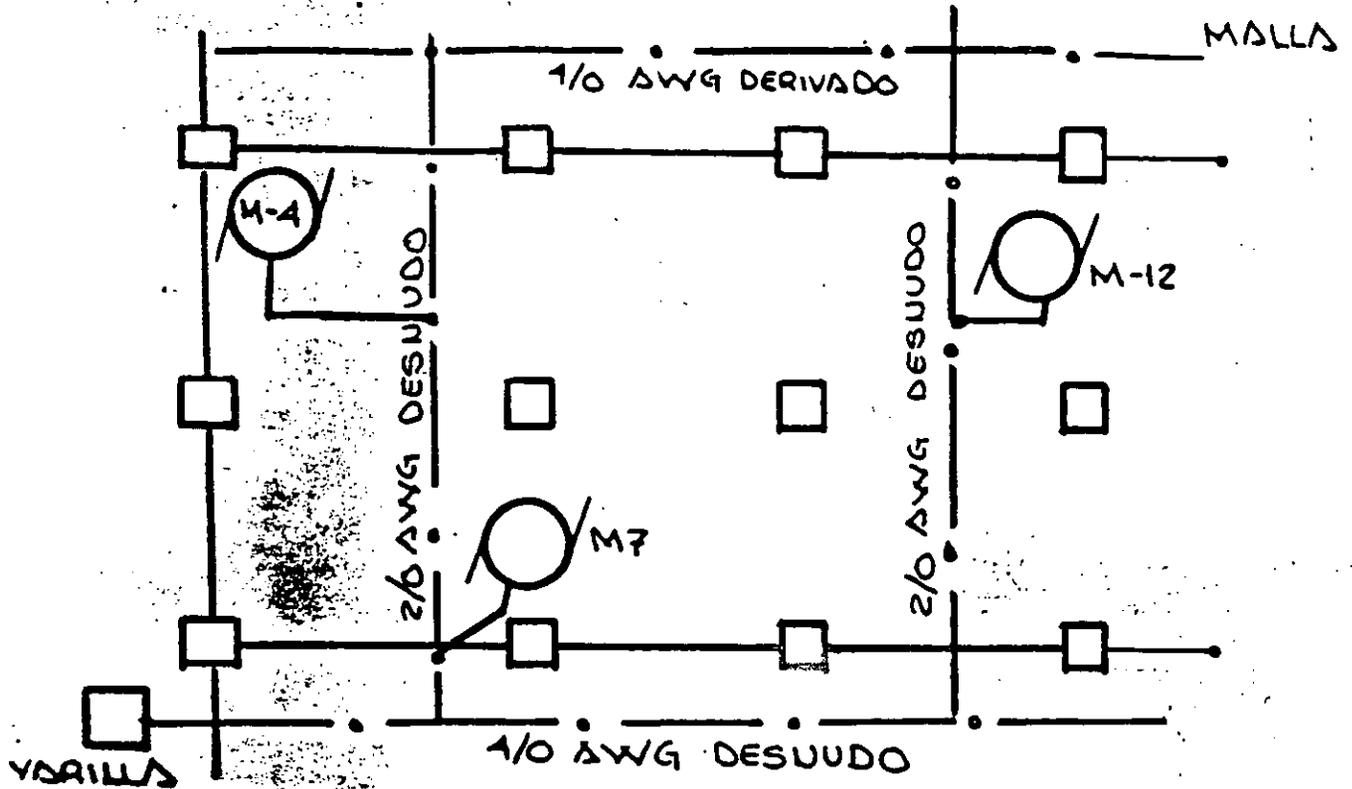
- ⑦ 4-1/0 THW.
- ⑧ D-6.5x6.5



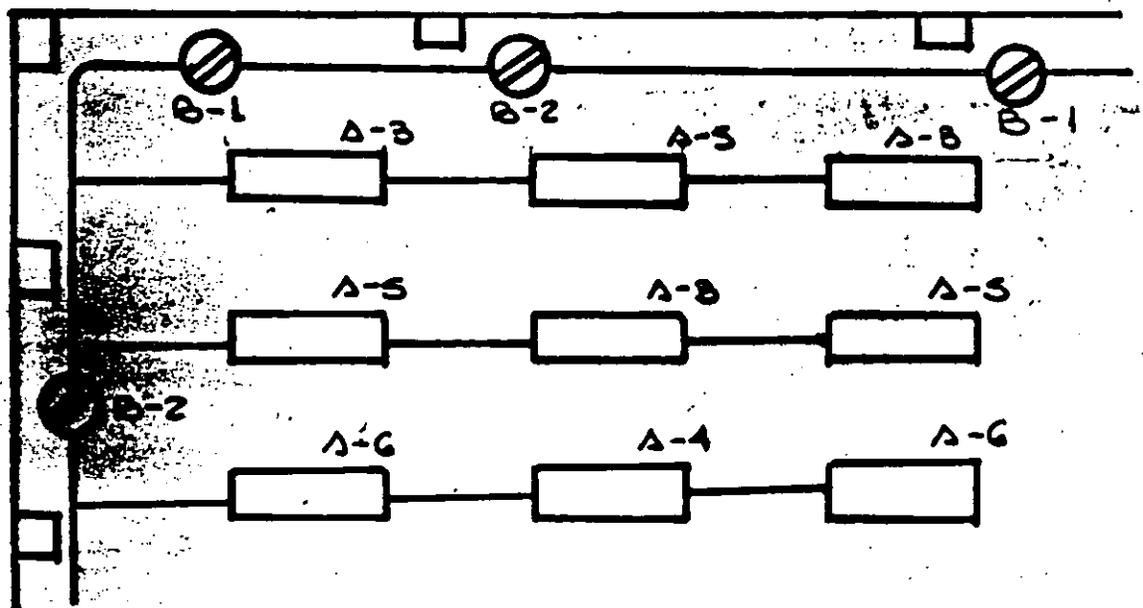
TABLERO DE ALUMBRADO "A"  
⑤

21

- LOCALIZACION Y DISPOSICION DEL SISTEMA DE TIERRAS.  
CALIBRE DE CONDUCTORES.

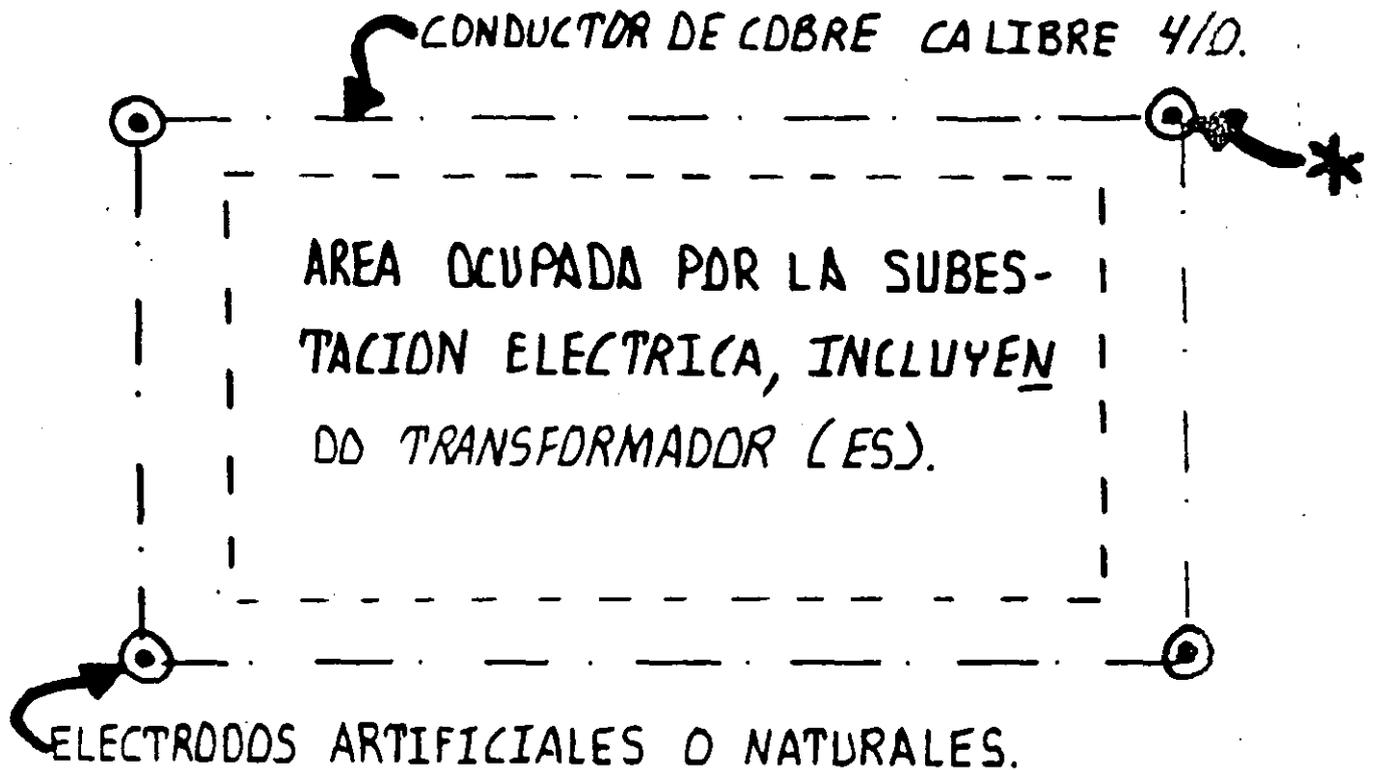


- IDENTIFICACION DE LUMINARIAS Y CONTACTOS.-



ALUMBRADO PROCEDENTE DEL TABLERO A.  
CONTACTOS PROCEDENTES DEL TABLERO B.

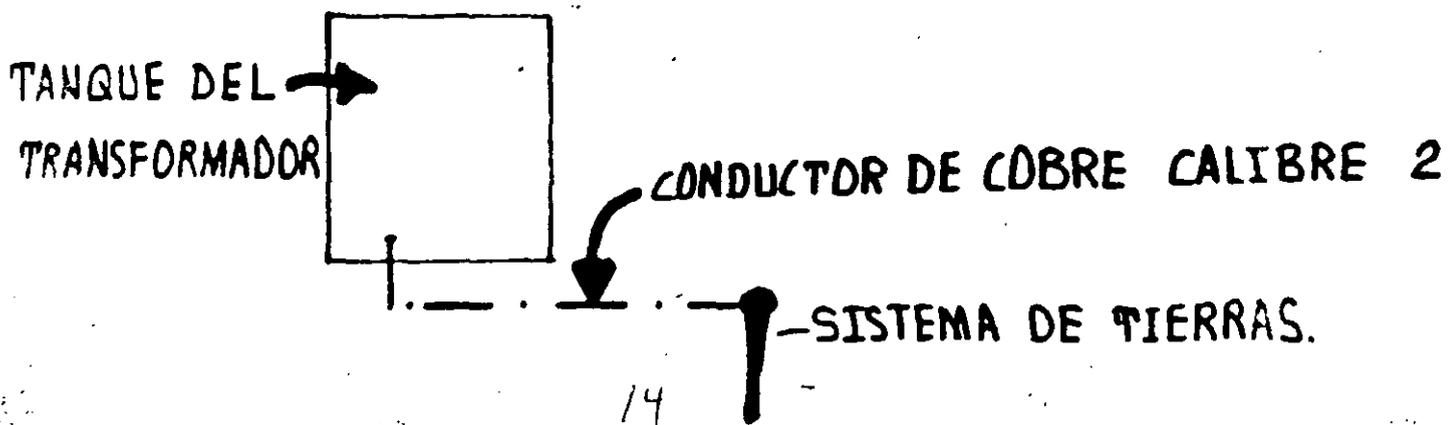
# RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.



SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA, CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS :  $10 \Omega$ .

\* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.



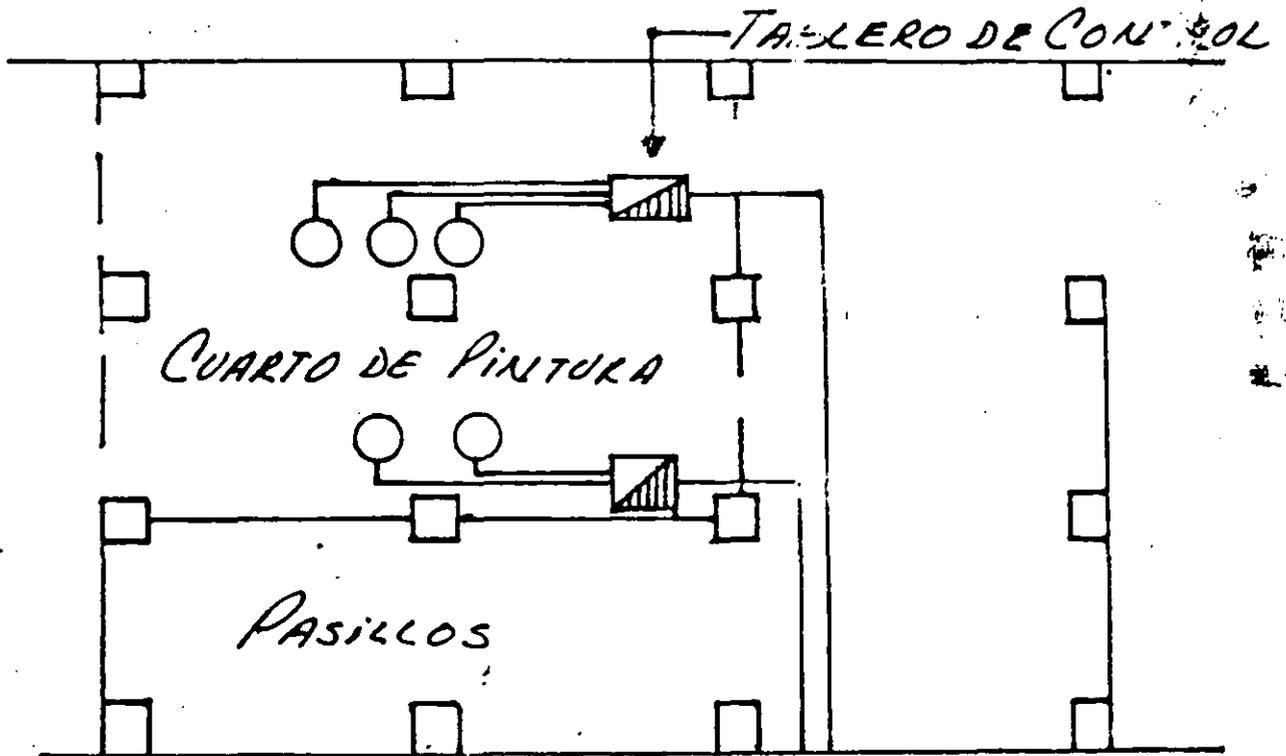
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES  
ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANE-900
-------------	---------------------

¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

DELIMITACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA  
CON AMBIENTE PELIGROSO.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

I CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES  
Y PARA EDIFICIOS (SUMINISTROS Y UTILIZACION).

de septiembre 26 a octubre 25. 1994

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS.

**CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA.**

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

## INTRODUCCION

### INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

#### OBJETIVO

PROPORCIONAR LOS CRITERIOS BASICOS NECESARIOS PARA CONOCER, PROYECTAR Y CONSTRUIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UN EDIFICIO

#### METODOLOGIA

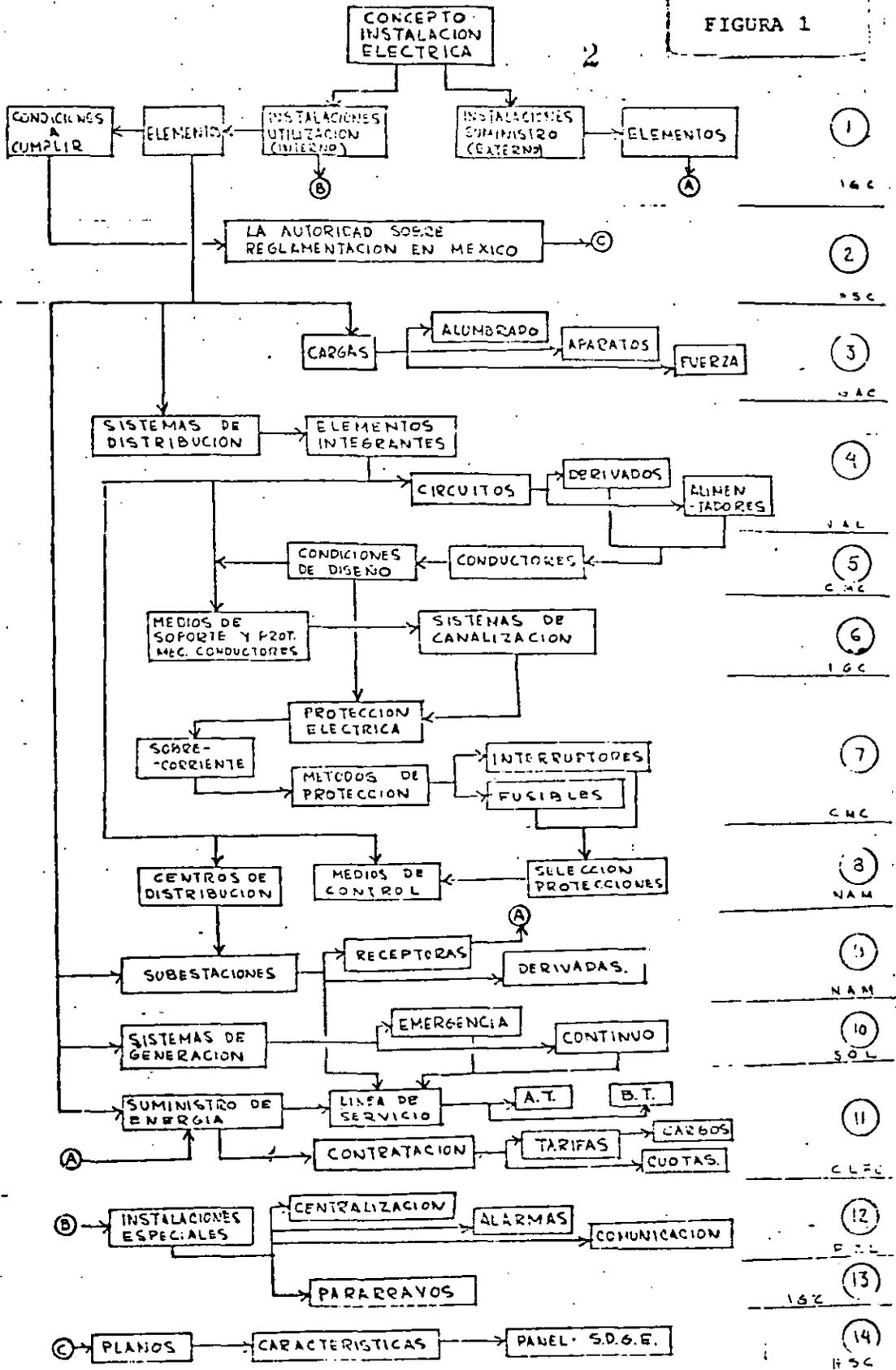
ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA
  
- . LOS METODOS Y SISTEMAS USADOS EN:
  - . EL DISEÑO DE UNA I.E.
  - . LA CONSTRUCCION DE UNA I.E.
  
- . LAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR:
  - . MATERIALES
  - . EQUIPOS

#### DESCRIPCION DE CURSO :

EN LA FIGURA 1 ANEXA, SE PRESENTA LA DESCRIPCION Y ORGANIZACION DE LAS SESIONES.

FIGURA 1



CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

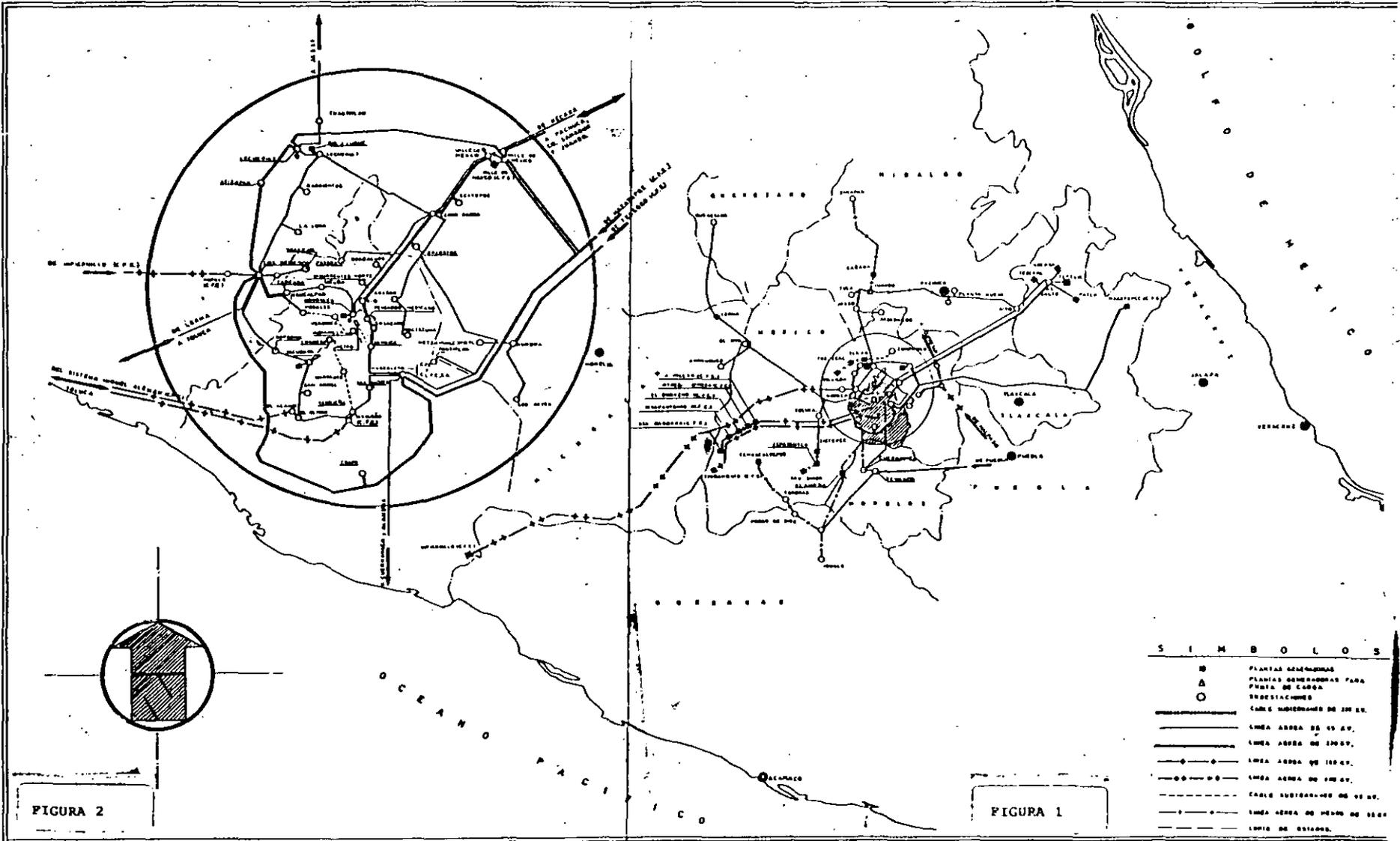
DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPAÑIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

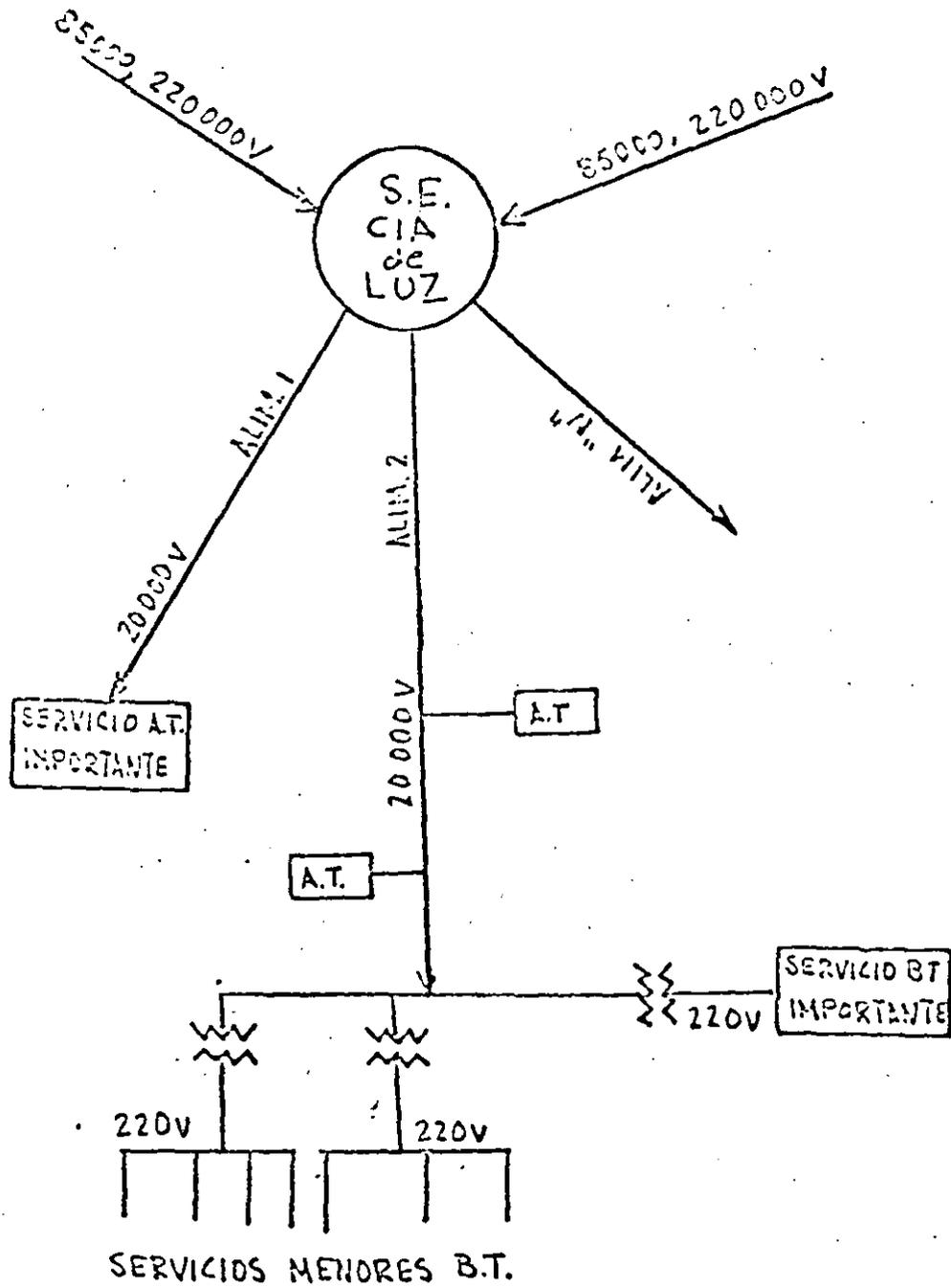
- FUENTE DE ENERGIA
- EQUIPO DE GENERACION
- SISTEMA DE TRANSMISION
- SISTEMA DE DISTRIBUCION

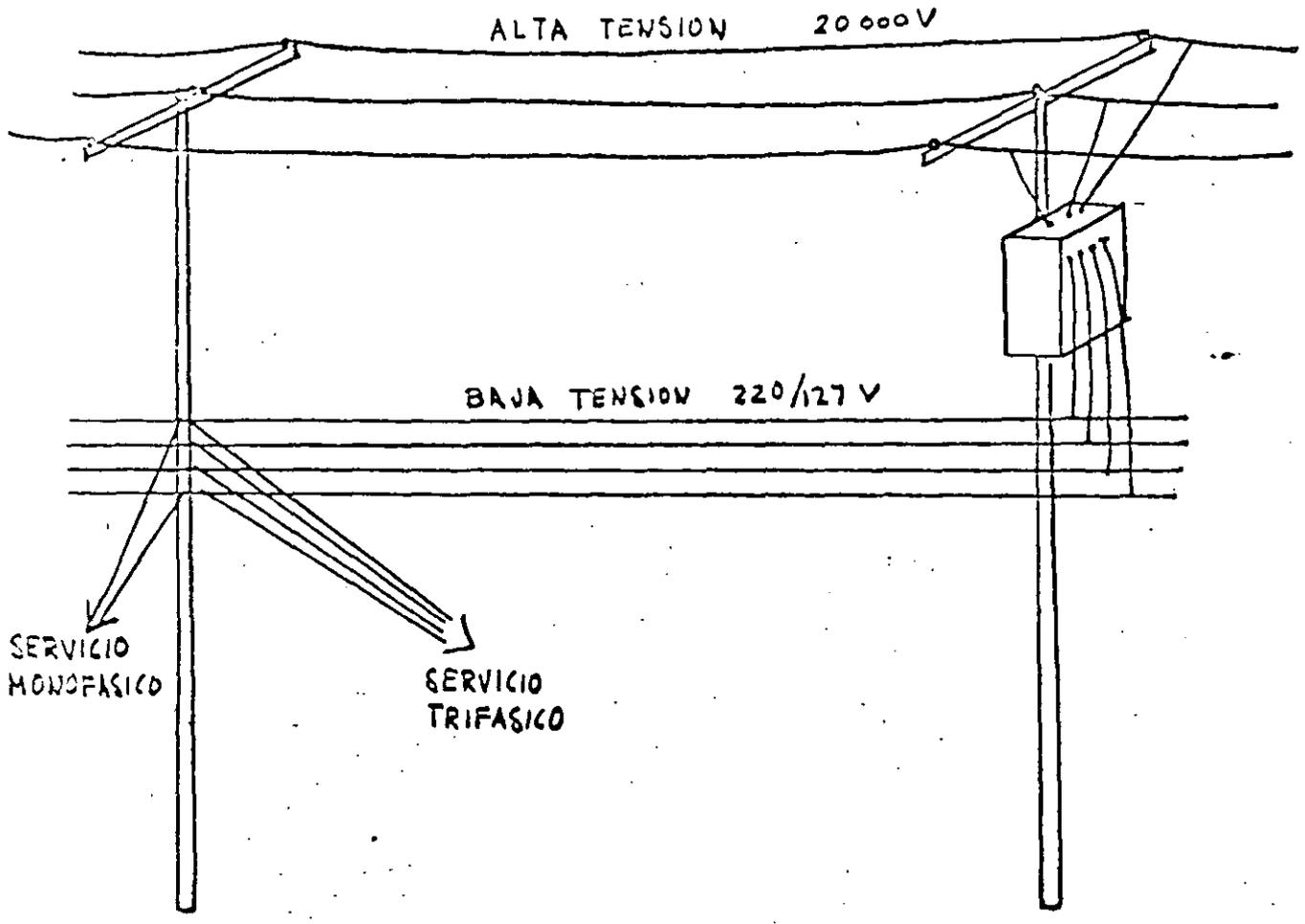
LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 Y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

# Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central







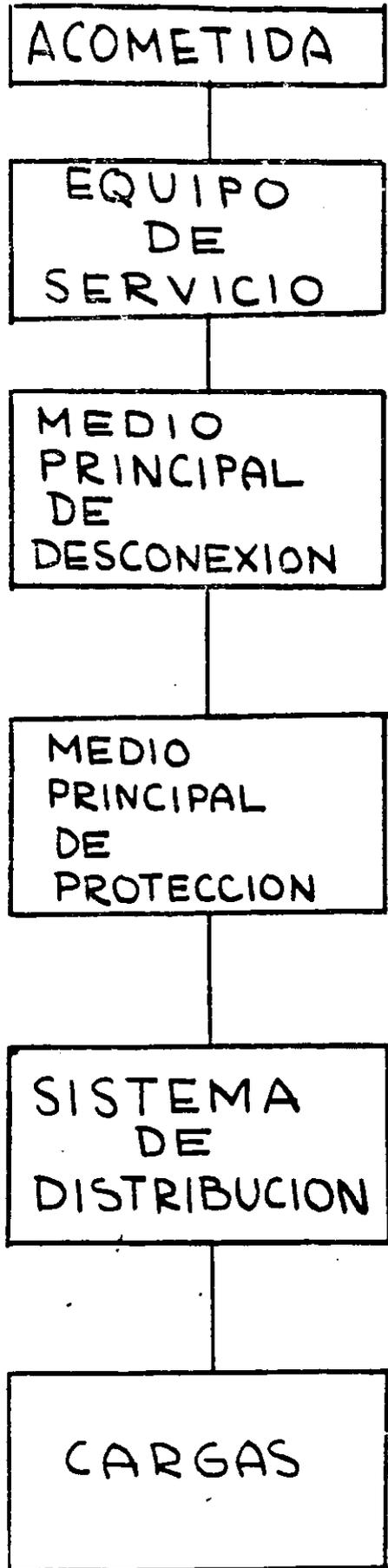


FIGURA 5

8

## ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO.

(NTIE-81-101).

# ACOMETIDA

## CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE  
(Caso General)



EXCEPCION:

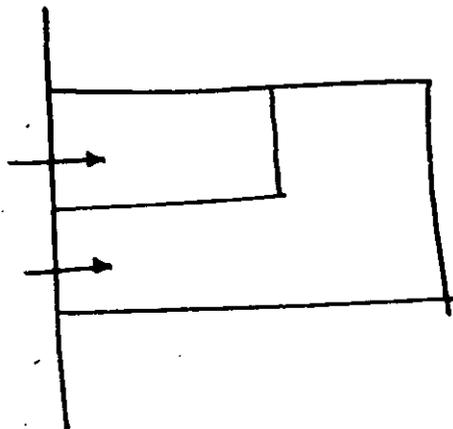
- ACUERDO CON
- SEPAFIN
- CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES  
(sin comunicacion)

(NTIE-81-201-3)

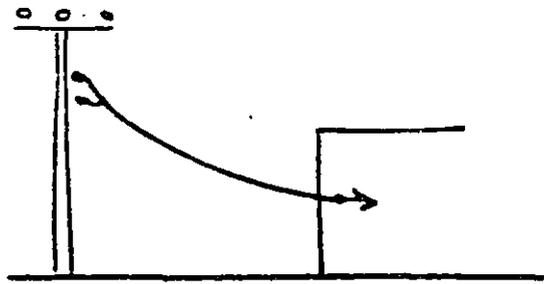


# ACOMETIDA

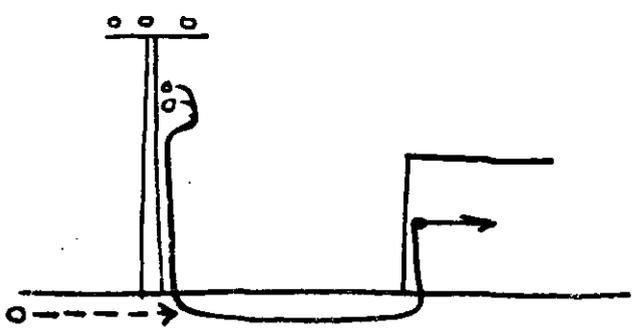
## CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

### • AEREA



### • SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

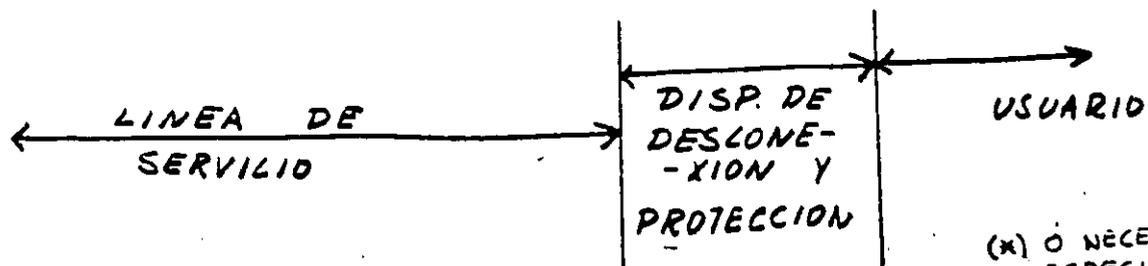
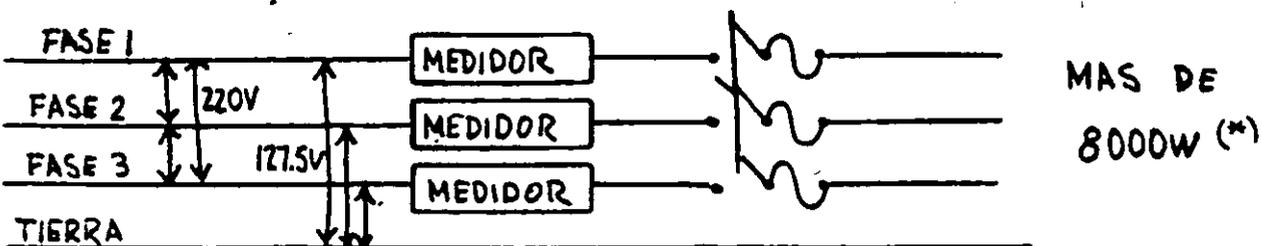
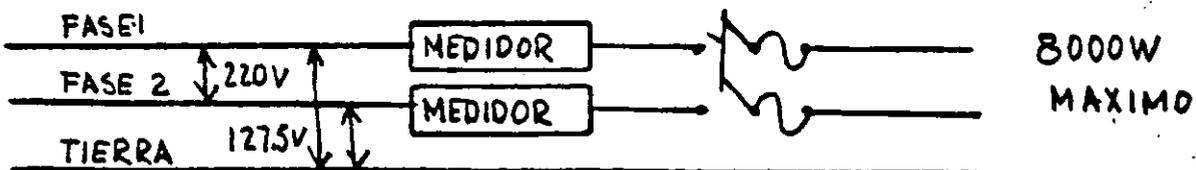
### • BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

### • ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION

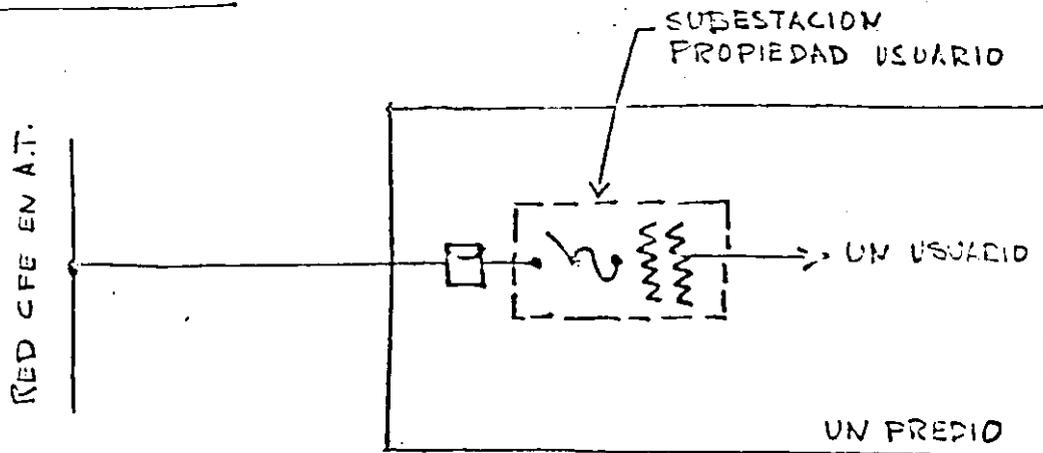


(\*) O NECESIDAD ESPECIFICA DE LA CARGA.

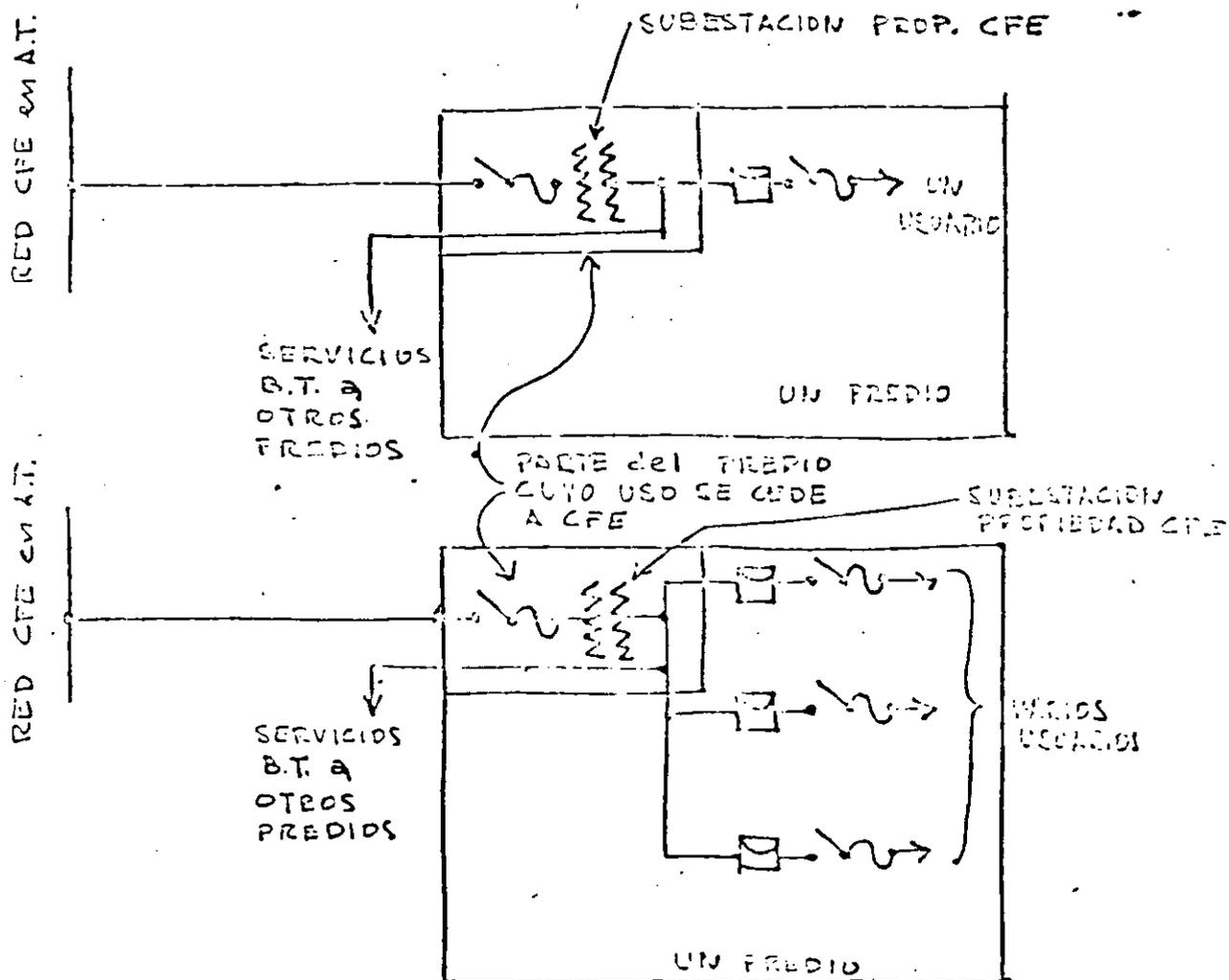
# LÍNEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tensión.
- 2) Para Servicio en Baja Tensión

## 1) SERVICIO en A.T.:-



## 2) SERVICIO en B.T.



## EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

# EQUIPO DEL SERVICIO

## CARACTERISTICAS:

(NTIE-81-201-4)

- DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
- LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
- DIMENSIONES QUE PERMITAN

- INSTALAR
- OPERAR
- MANTENER
- RETIRAR

} CON "FACILIDAD  
Y  
SEGURIDAD"

- DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

# DISPOSITIVO DE DESCONEXION

## PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

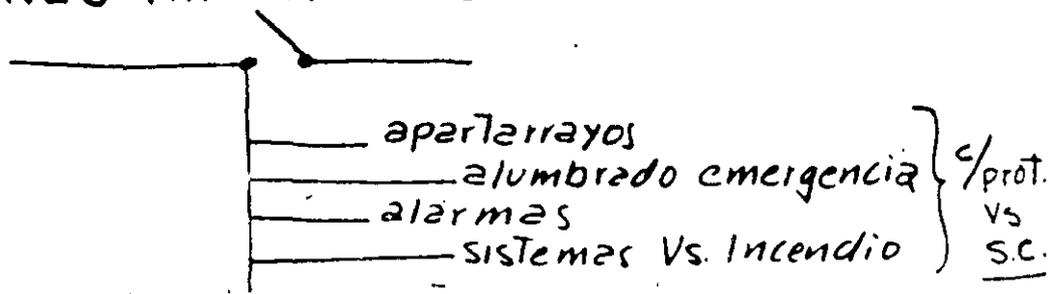
OBJETIVO:

PODER INDEPENDIZAR TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

### CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE  
PROTECCION PRINCIPAL  
 (VS SOBRECORRIENTE).  
NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A  
 LA INSTALACION SERVIDA DE LA  
 RED DE SUMINISTRO CUANDO  
 OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

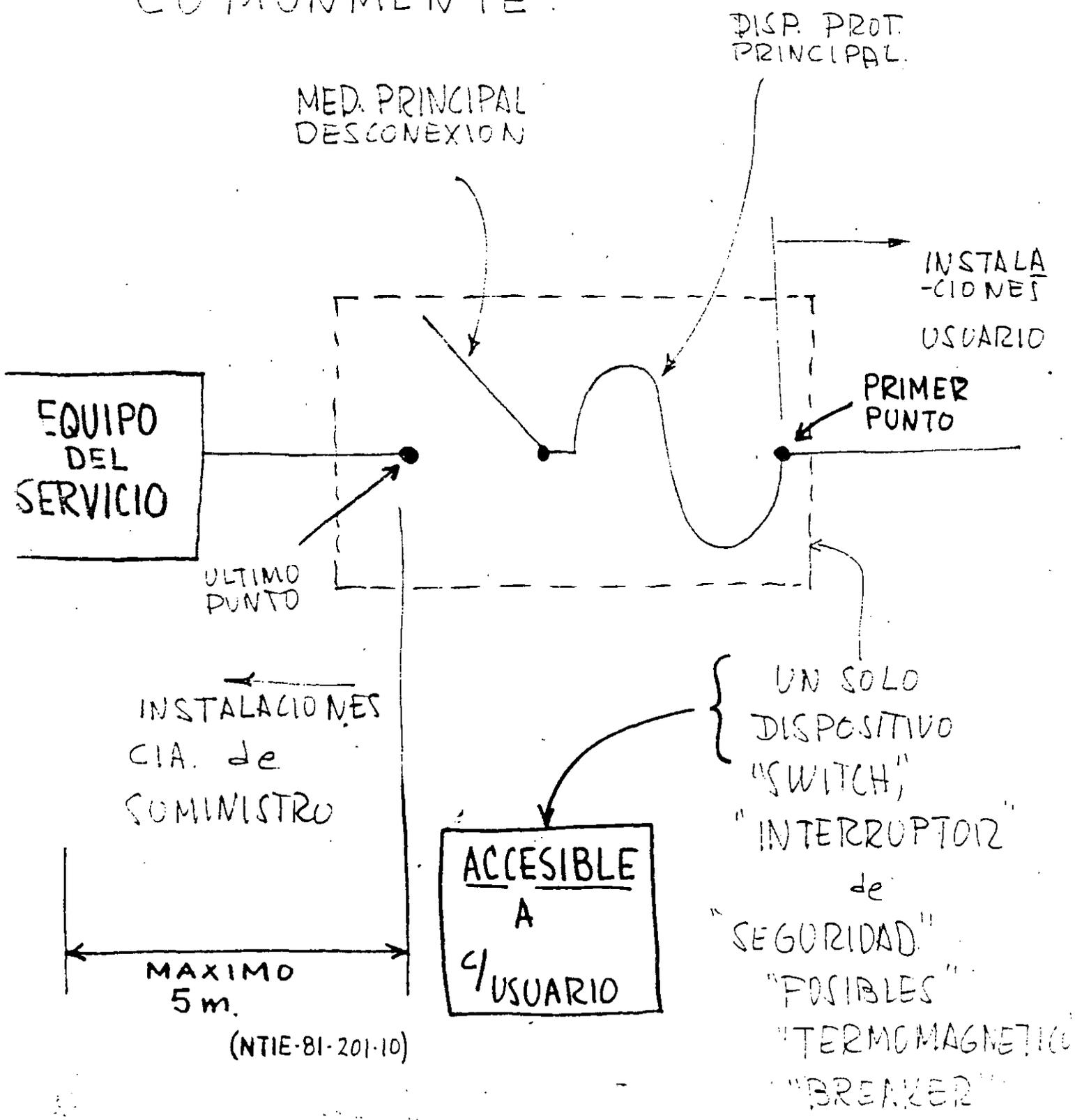
SOBRECORRIENTE s.

$$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO  
 POSIBLE

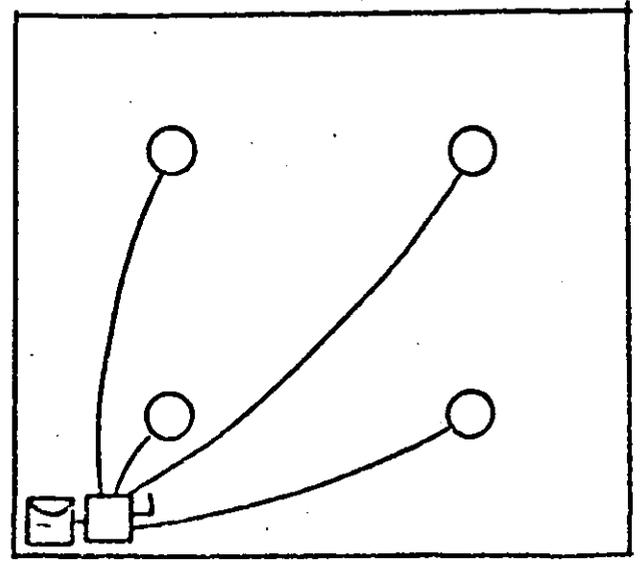
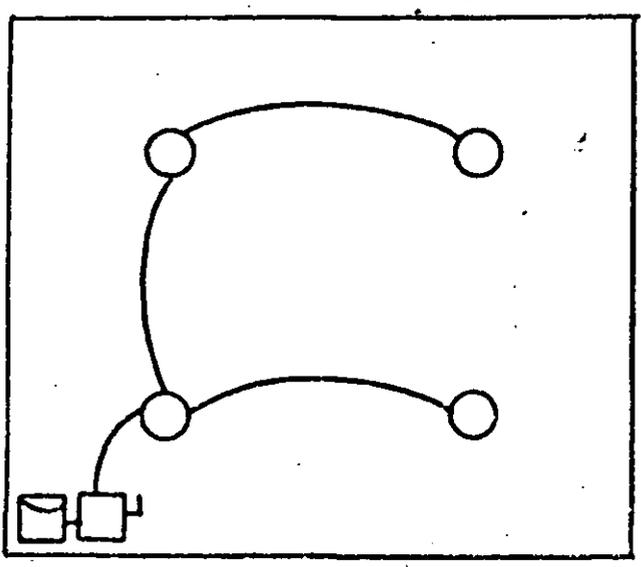
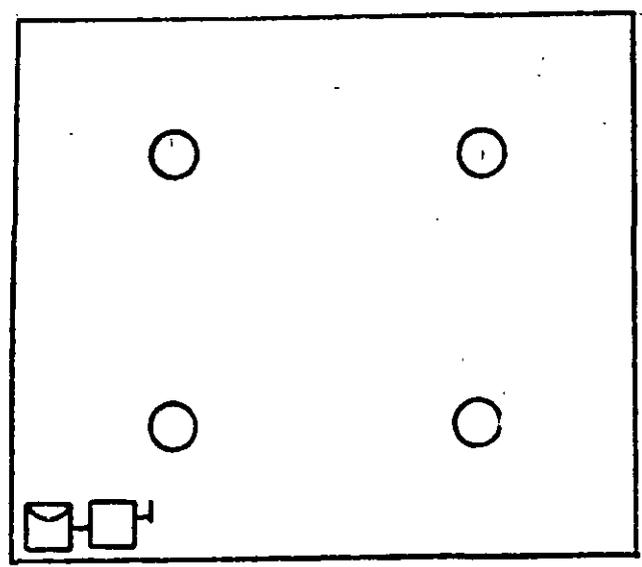
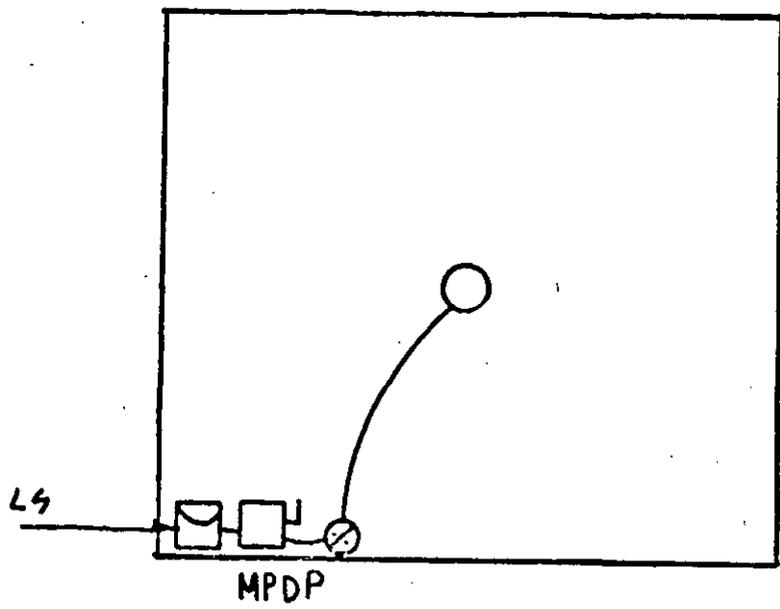
# COMUNMENTE:

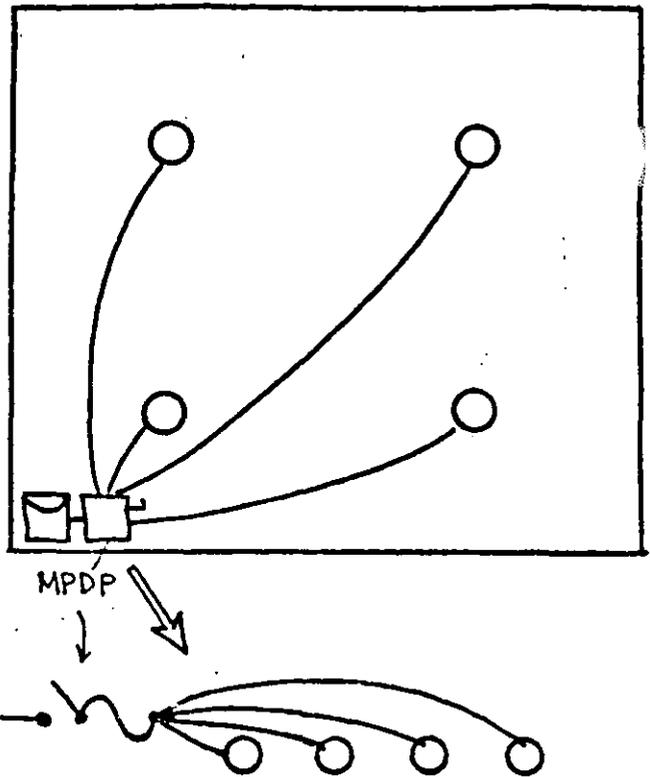
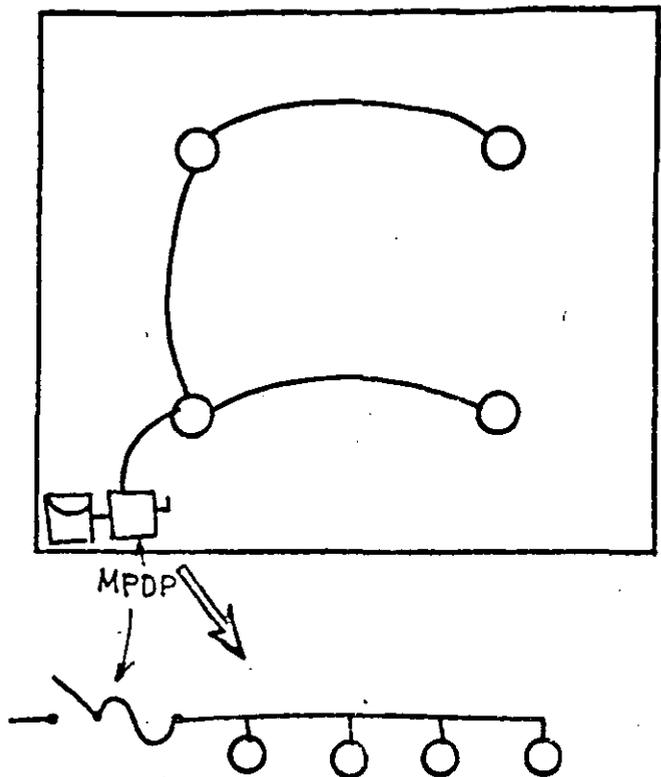


# SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

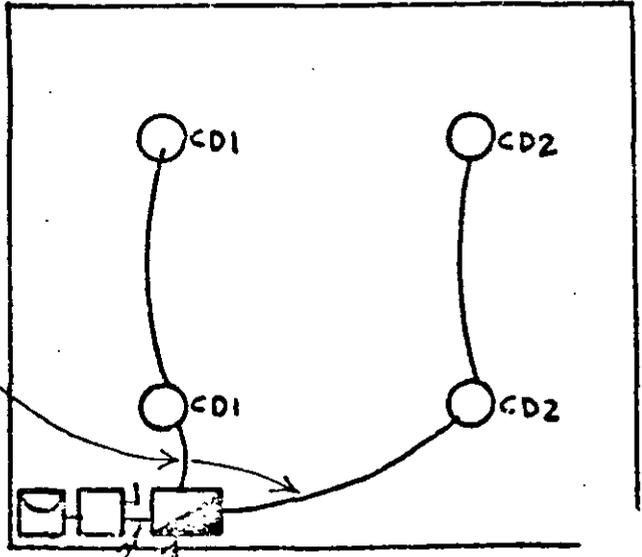
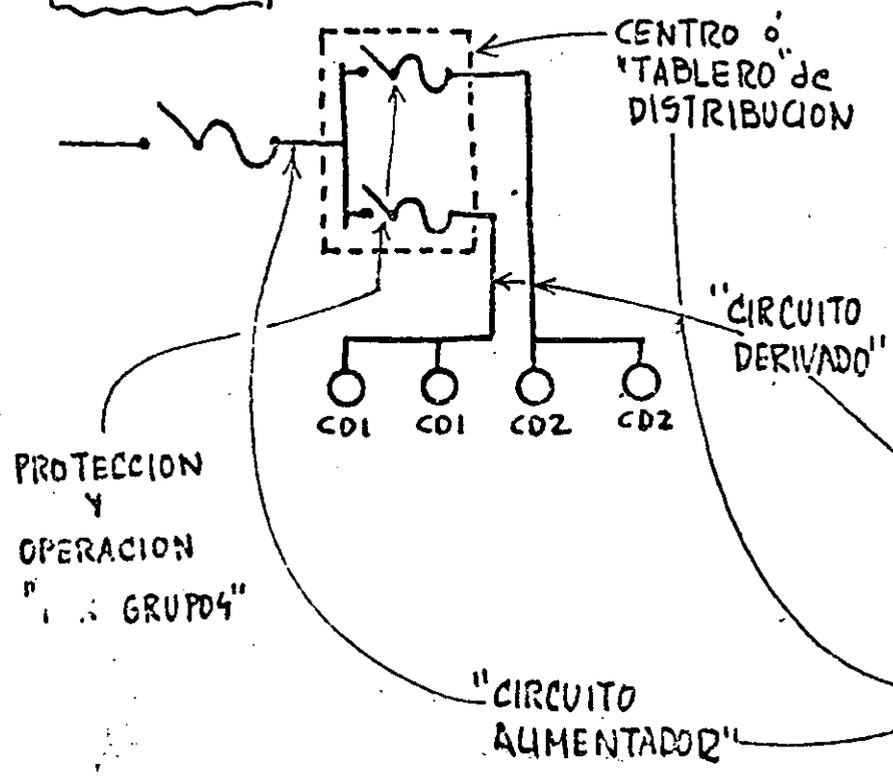
- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.  
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

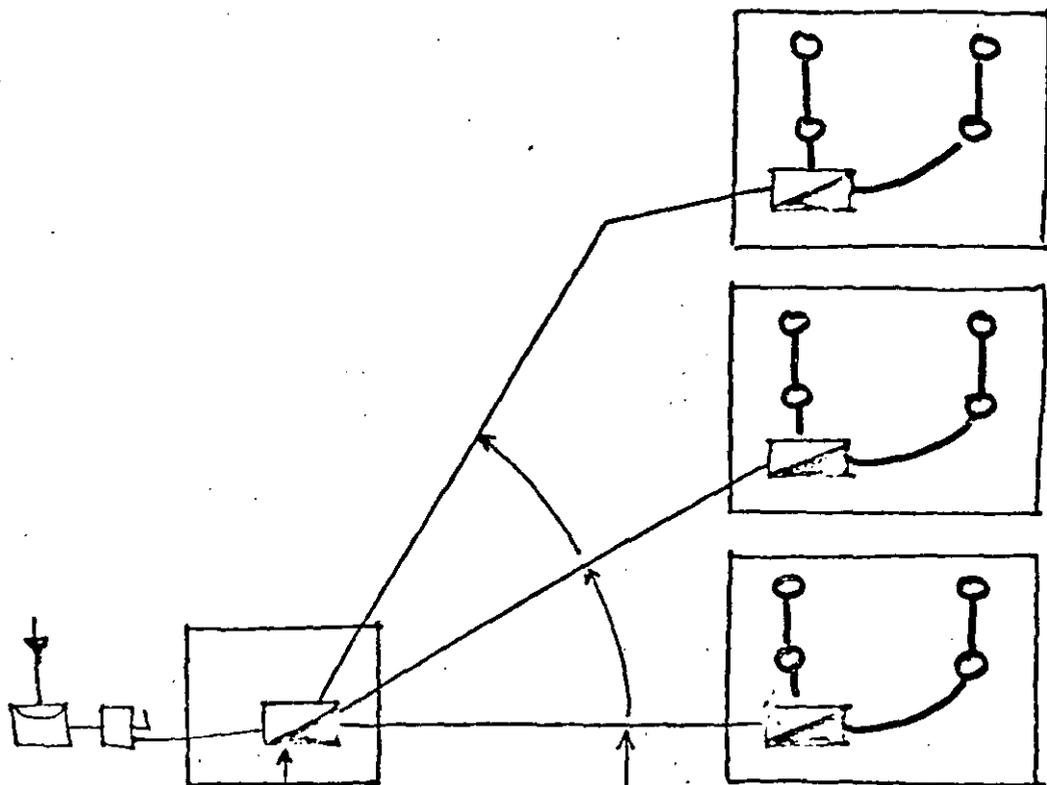




FALLA →  
 POSIBILIDAD  
 OPERACION → } TOTAL

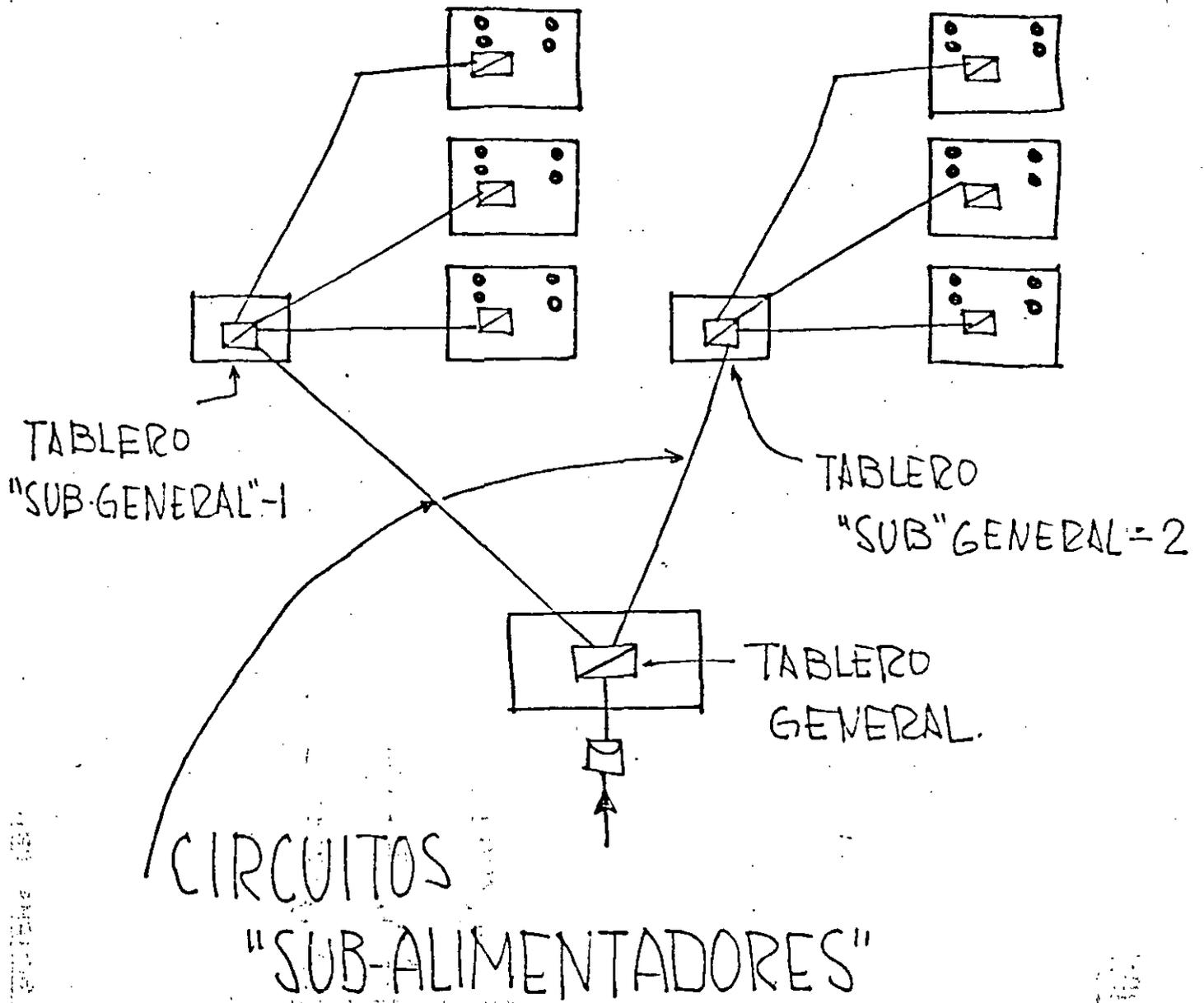
**SOLUCION:**





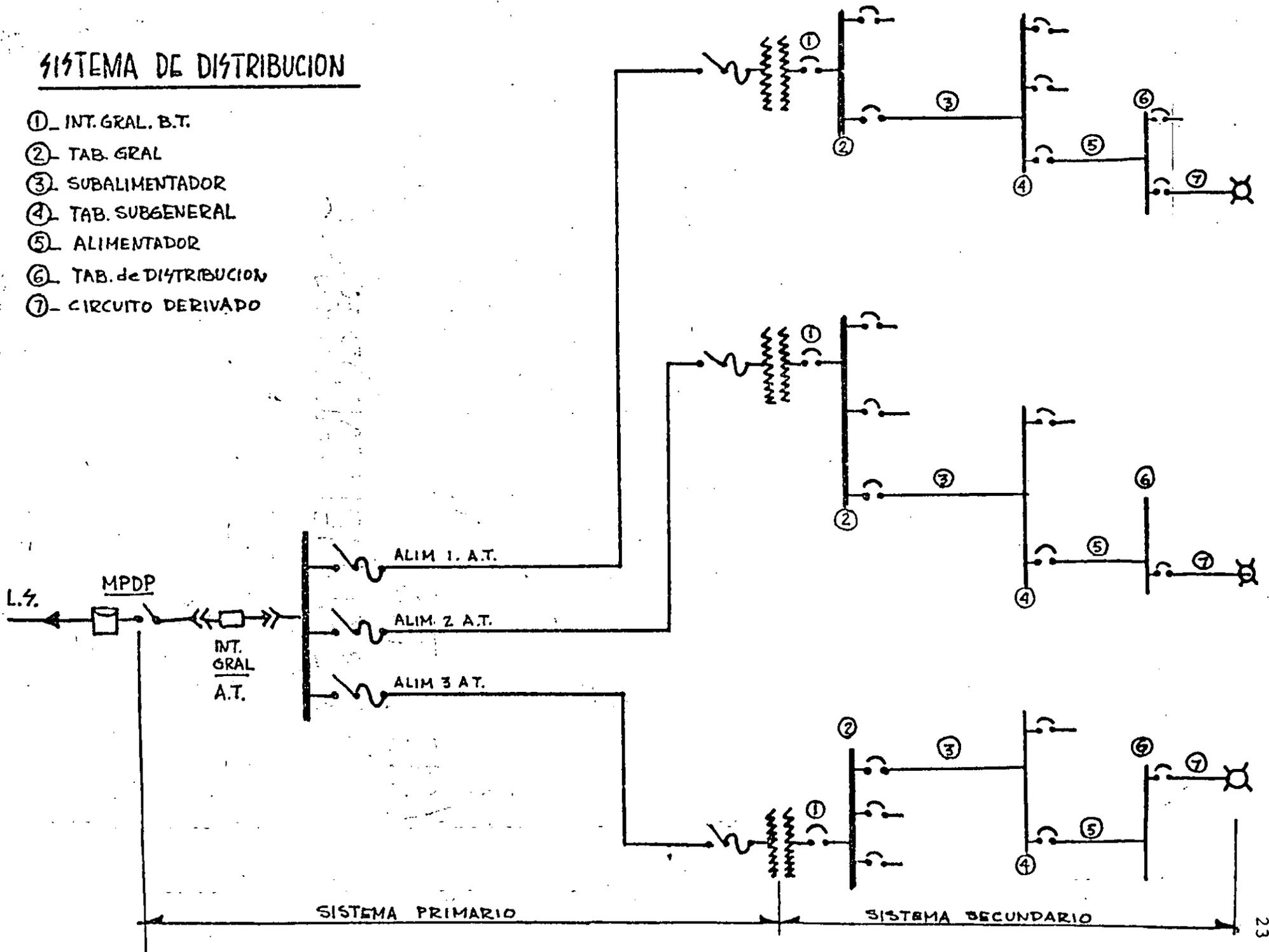
TABLERO  
GENERAL

CIRCUITOS  
ALIMENTADORES



# SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① - INT. GRAL. B.T.
- ② - TAB. GRAL
- ③ - SUBALIMENTADOR
- ④ - TAB. SUBGENERAL
- ⑤ - ALIMENTADOR
- ⑥ - TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ - CIRCUITO DERIVADO



# CARGA

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO O MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA CARGA" ⇒ DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

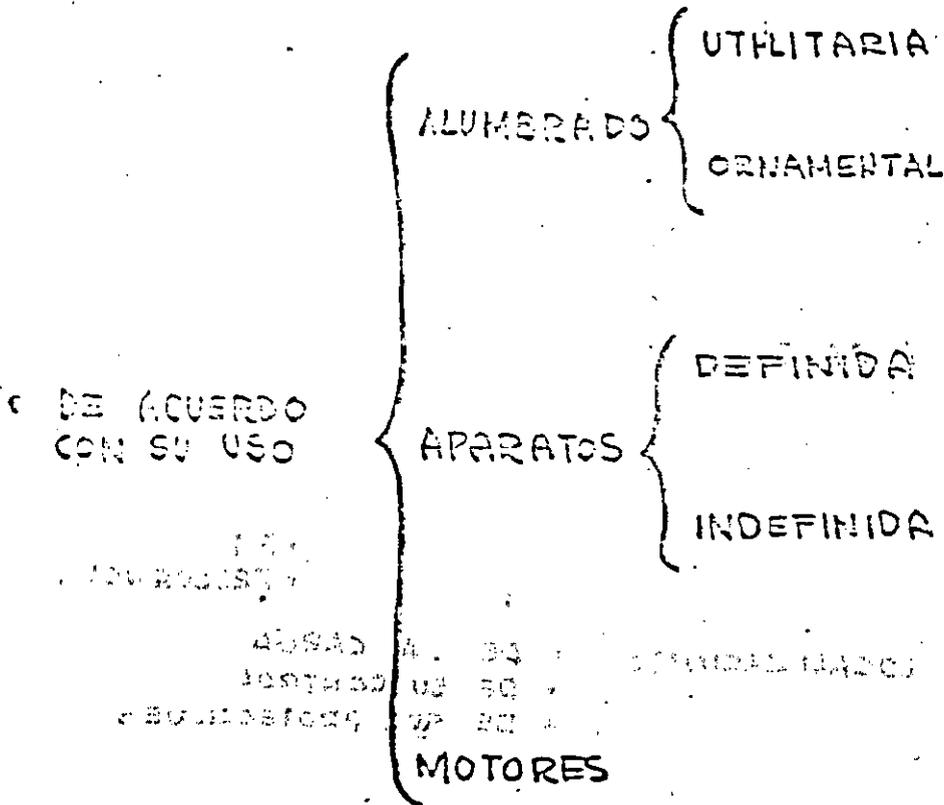
- LUMINOSA → LAMPARAS
- MECANICA → MOTORES
- TERMICA → CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO O DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

## CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
  - POTENCIA
  - TENSION
  - CORRIENTE DEMANDADA
    - NOMINAL
    - DE ARRANQUE
    - A ROTOR BLOQUEADO
  - F.P.
  - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
  - DE LA CARGA
  - DE SU CONTROL
  - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
  - REGIMEN DE CARGA
  - TIPO DE SERVICIO

CLASIFICACION DE LAS CARGAS:



400000 A. 30  
 1000000 US 50  
 2000000 70 20  
 4000000 100 40  
 8000000 150 60  
 16000000 200 80  
 32000000 300 120  
 64000000 400 160  
 128000000 500 200



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS ABIERTOS**

**I CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS  
MODULO II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS**

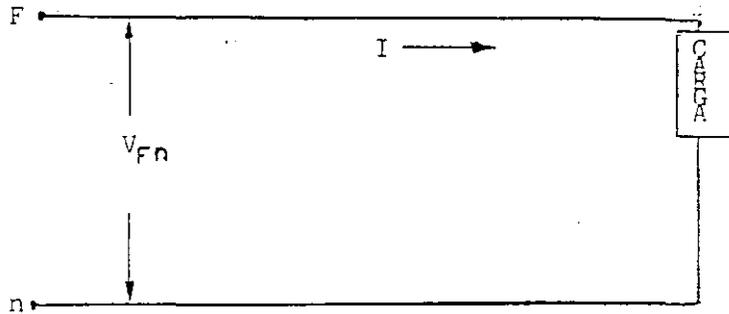
**C O N D U C T O R E S**

**ING. LAZARO PONCE DIAZ**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285  
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

\* CAIDA DE TENSION EN UN

+ SISTEMA MONOFASICO A DOS HILOS



$$e = 2 Z I l \quad (1)$$

$$e \% = \frac{e \times 100 \%}{V_{Fn}} \quad (2)$$

SUST 1 en ec. 2

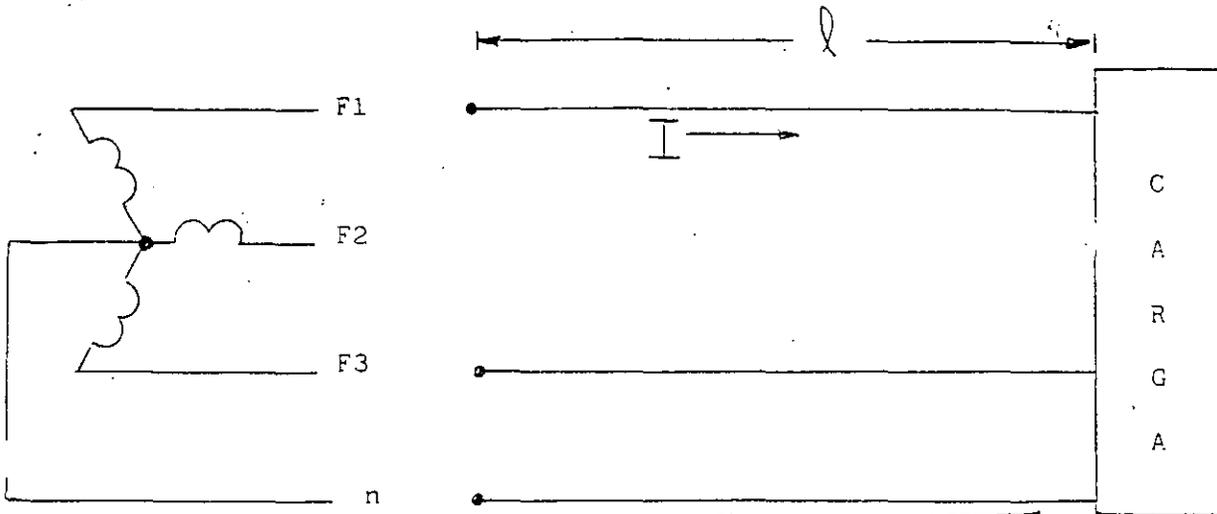
$$e \% = \frac{2 Z I l \times 100}{V_{F.n}}$$

SUST.  $Z = R \cos \phi + X_L \text{ SEN } \phi$

$$e \% = \frac{200 I \cdot l \cdot (R \cos \phi + X_L \text{ sen } \phi)}{V_{fn}}$$

CAIDA DE TENSION EN UN

SISTEMA MONOFASICO A 3 HILOS.



$$e = Z I l \quad \text{--- (1)}$$

$$e \% = \frac{e}{V_{Fn}} \times 100 \quad \text{--- (2)}$$

SUST. (1) en ec (2)

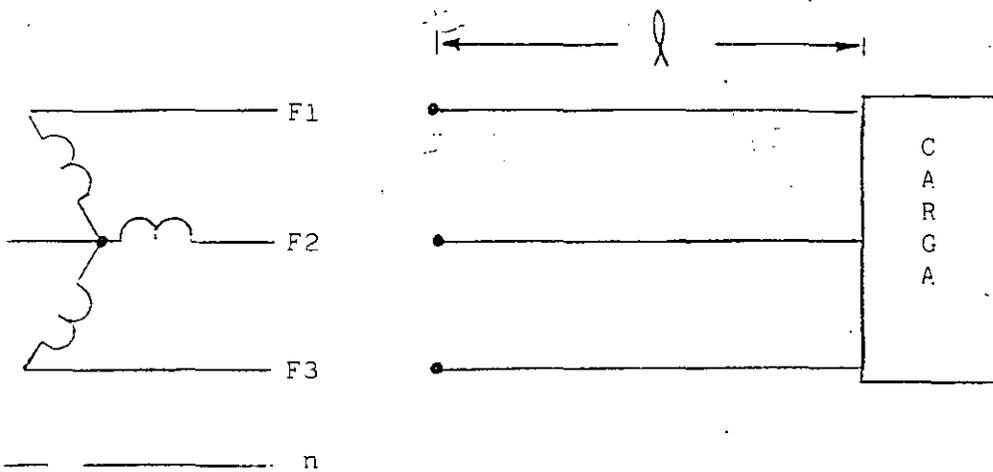
$$e \% = \frac{Z I l}{V_{Fn}} \times 100$$

SUST.  $Z = R \cos \phi + XL \text{ SEN } \phi$

$$e \% = \frac{100 I l (R \cos \phi + XL \text{ SEN } \phi)}{V_{Fn}}$$

CAIDA DE TENSION EN UN

+ SISTEMA TRIFASICO A 3 HILOS:



$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot Z \quad (1) \quad e \% = \frac{e}{V_{FF}} \times 100 \% \quad (2)$$

SUST (1) en (2)

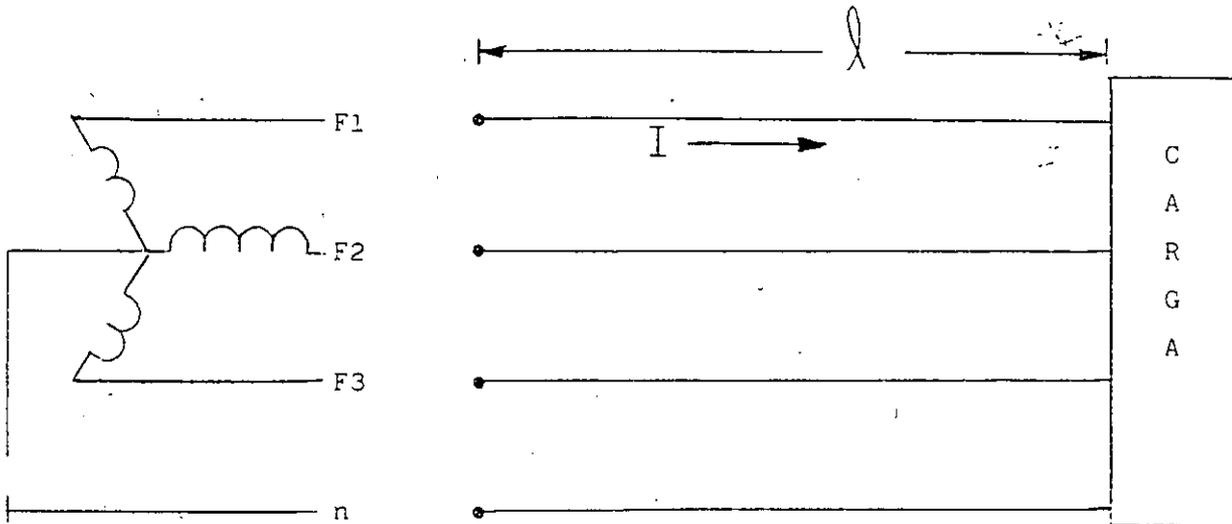
$$e \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot Z \times 100}{V_{FF}}$$

SUST  $Z = (R \cos \phi + X_L \text{ sen } \phi)$

$$e \% = \frac{173 \cdot I \cdot l \cdot (R \cos \phi + X_L \text{ sen } \phi)}{V_{FF}}$$

\* CAIDA DE TENSION EN UN

+ SISTEMA TRIFASICO A CUATRO HILOS.



$$e = Z I L \quad (1) \qquad e \% = \frac{e}{V_{Fn}} \times 100 \quad (2)$$

SI SUST (1) en (2)

$$e \% = \frac{Z I l}{V_{Fn}} \times 100$$

$$SUST \quad Z = R \cos \phi + j X L \sin \phi$$

$$e \% = \frac{100 \dots I \dots l \dots (R \cos \phi + j X L \sin \phi)}{V_{Fn}}$$

\* CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS.

PARA SELECCIONAR EL CONDUCTOR DE UN CIRCUITO DE ALUMBRADO O DE CONTACTOS,

SE PROCEDE DE LA SIGUIENTE MANERA:

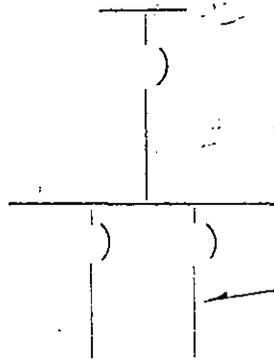
A) POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

1. SE CALCULA LA CORRIENTE EN AMPERES, A PARTIR DE LA LEY DE WATT .
2. A LA CORRIENTE CALCULADA, SE LE APLICA EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO, -  
EL CUAL SE CONSULTA EN LA TABLA 302.4a (NORMAS)
3. A LA NUEVA CORRIENTE, SE LE APLICA EL FACTOR DE TEMPERATURA, EL CUAL  
SE CONSULTA EN LA TABLA 302.4b (NORMAS)
4. A LA CORRIENTE RESULTANTE, DESPUES DE APLICAR LOS FACTORES SE LE LLA  
MA  $I_c$  (CORRIENTE CORREGIDA)
5. CON LA  $I_c$ , SE CONSULTAN LAS TABLAS 302.4 SELECCIONANDO EL CALIBRE  
DEL CONDUCTOR ADECUADO.

B) POR CAIDA DE TENSION.

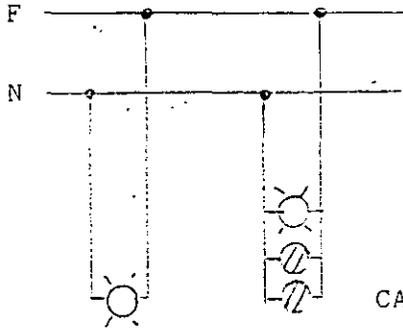
6. TOMANDO LA CORRIENTE BASE QUE CIRCULA POR LOS CONDUCTORES, LA CAIDA -  
DE TENSION SE CALCULA SEGUN EL TIPO DE CIRCUITO Y LA LONGITUD, CONSI-  
DERANDO LA RESISTENCIA Y REACTANCIA DEL CABLE.

CAPACIDAD DE CORRIENTE.



I CONDUCTOR  $\geq$  CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO.

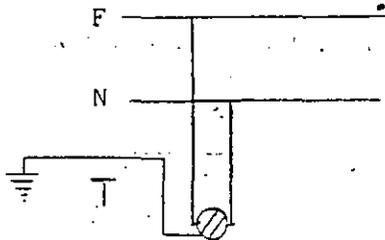
- CALIBRE MINIMO



CONDUCTOR  $\geq$  CALIBRE No. 14 awg.

CALEFACCION

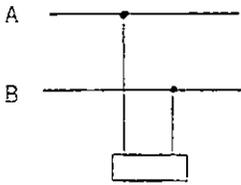
- CARGAS INDEFINIDAS - CONTACTOS



CONDUCTOR  $\geq$  CALIBRE No. 12 awg.

202.8

EQUIPOS DE ILUMINACION QUE UTILICE BALASTROS, TRANSFORMADORES  
O AUTOTRANSFORMADORES SE DEBE CONSIDERAR LA CORRIENTE TOTAL.

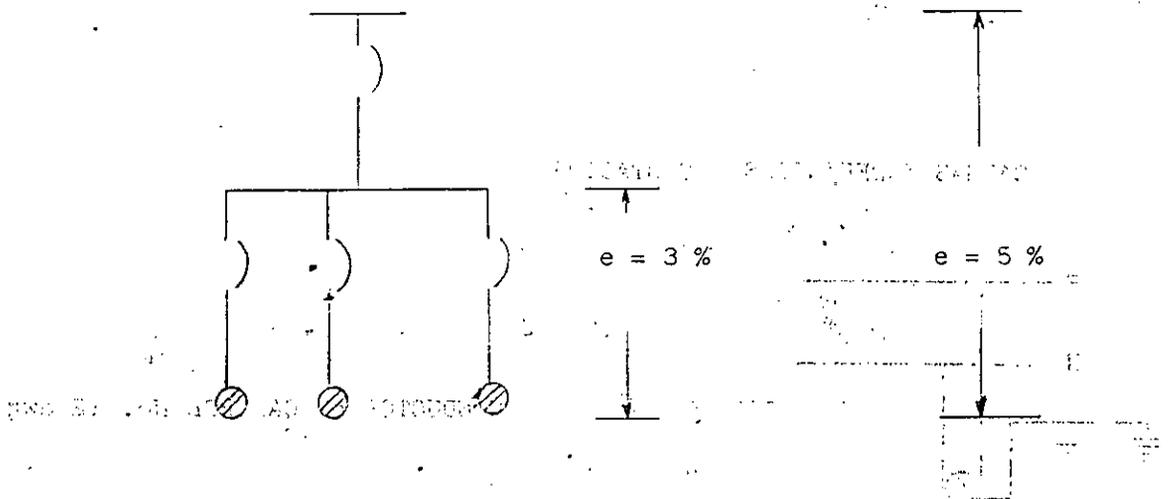


$$I_c = 1.25 \times I_n$$

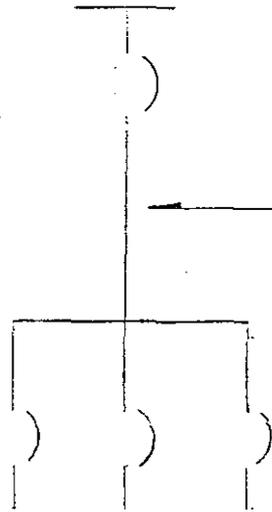
2 X 78 W

202.

CAIDA DE TENSION.



203.2 CALIBRE DE LOS CONDUCTORES



CTO. ALIMENTADOR

CONDUCTOR

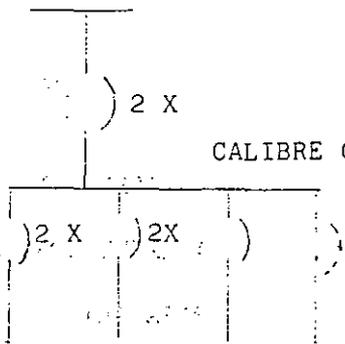
CAPACIDAD DE CORRIENTE

>

I CARGA POR SERVIR

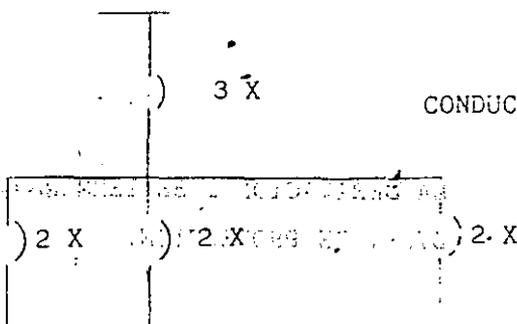
DERIVADO

CTO. BIFILIAR



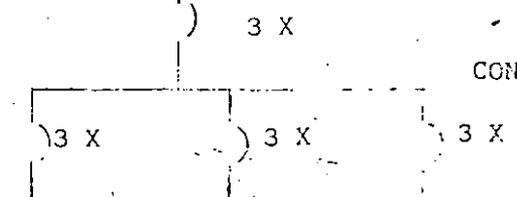
CALIBRE CONDUCTOR  $\geq$  CALIBRE No.10 awg.

CTO. BIFILIAR



CONDUCTOR  $\geq$  CALIBRE No. 10 awg.

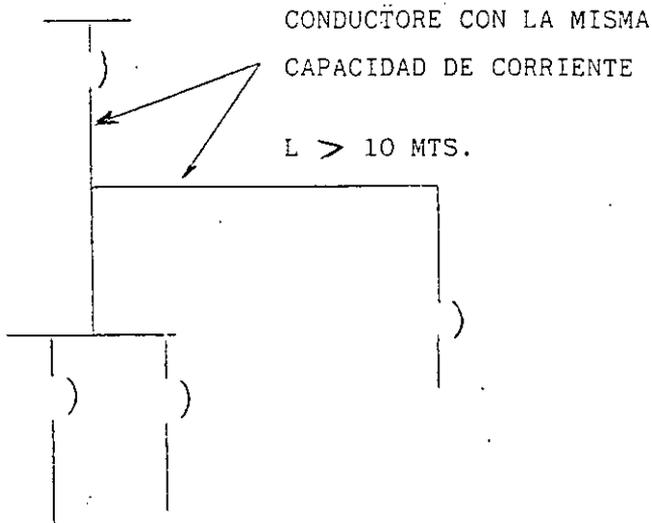
CTO. BIFILIAR



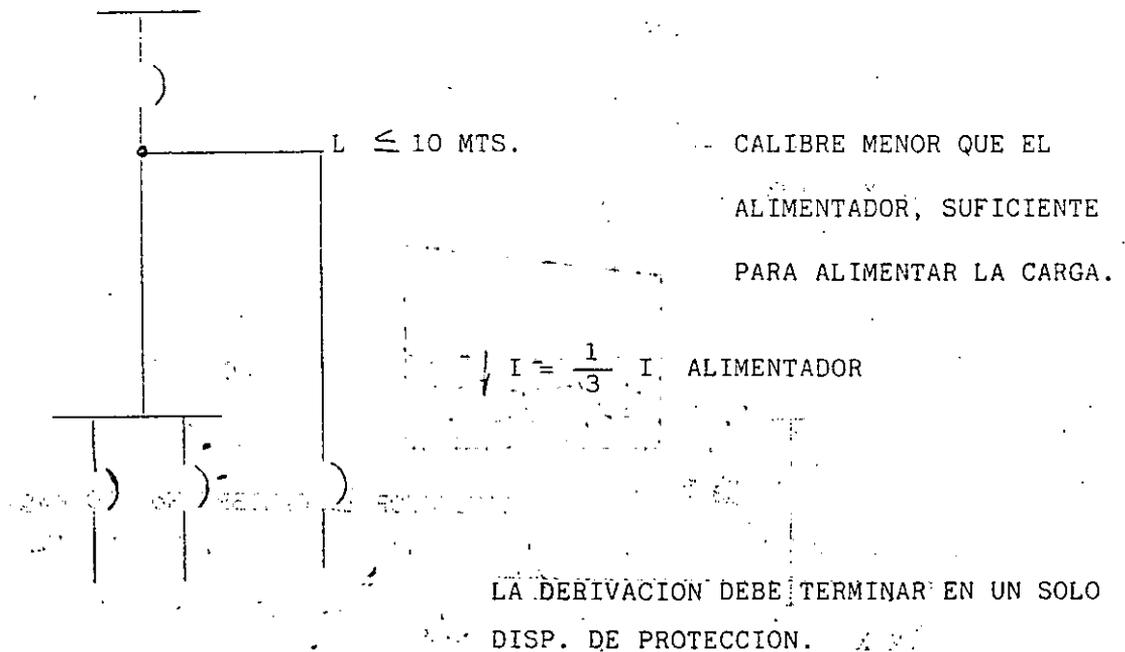
CONDUCTOR  $\geq$  CALIBRE No. 10 awg.

203.7 DERIVACIONES. A PARTIR DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR

a)



b)  $L \leq 3$  MTS. NO NECESITA CUMPLIR ESTE REQUISITO



302.4 CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AISLADOS

Copia pag. 69, pag. 79 TABLA 302.1 TUBERIA Y CHAROLA  
DUCTO

303.9 CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CORDON O CABLE

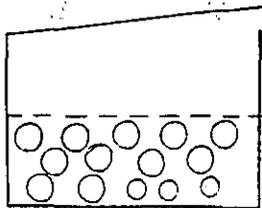
TABLA 303.9

CABLES FLEXIBLES  $\leq$  3 CONDUCTORES q' TRANSPORTA CORRIENTE

CABLES FLEXIBLES  $\leq$  6 CONDUCTORES q' TRANSPORTA CORRIENTE  
DEBE USARSE UN FACTOR DE REDUCCIONES DE 0.80

SECCION 308 pag. 102

308.4 TODOS LOS CONDUCTORES PORTADORES O NO DE CORRIENTE.  
NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DE LA SECCION TRANSVER  
SAL INTERIOR DEL DUCTO.



40 % DE SECCION

EXCEPCION: CUANDO OCUPEN EL 20 % O MENOS DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL  
DUCTO, NO SE REQUIERE APLICAR FACTORES POR AGRUPAMIENTO.

SECCION 311 CHAROLAS PARA CABLES.

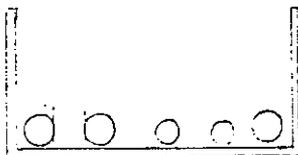
311.10 CAPACIDAD DE CORRIENTE

a) CABLES MULTICONDUCTOR: DEBE COLOCARSE EN UNA SOLA CAPA.

LA CORRIENTE, PERMISIBLE, SON LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 302.4  
COLUMNA PARA " TUBERIA O CABLE".

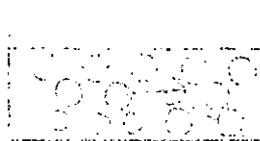
b) CABLES DE UN SOLO CONDUCTOR

b.1



$d \geq$  DIAMETRO DEL CABLE DE SECCION MAYOR

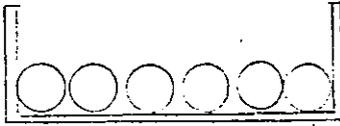
- CORRIENTE PERMISIBLE, IGUAL A LOS VALORES DE LA TABLA 302.4  
DE LA COLUMNA AL AIRE.



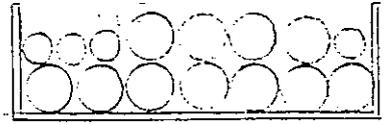
ESTO REPRESENTA UNO DE LOS TIPOS DE CABLES QUE SE PUEDEN USAR EN UN TRAY  
Y QUE DEBE SER SELECCIONADO DE ACUERDO A LA TABLA 302.4

b.2

UNA CAPA



DOS CAPAS



- CABLES SIN SEPARACION

- I PERMISIBLE 75 %

DE LOS VALORES DE LA TABLA 302.4

DE LA COLUMNA TITULADO "AL AIRE"

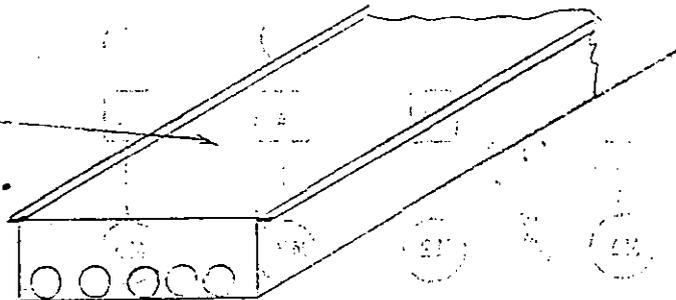
- SI LA CHAROLA ESTA CUBIERTA EN MAS DE L = 1.80 MTS:

LOA VALORES DE I PERMISIBLE  $\leq$  70 % DE LOS VALORES DE LA

TABLA 302.4 DE LA -

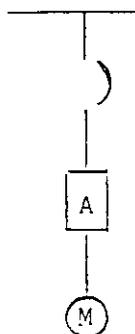
COLUMNA TITULADA AL "AIRE"

TAPA



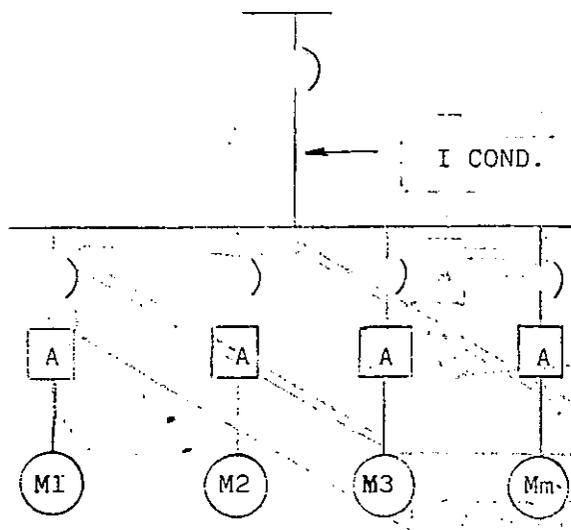
B) CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

403.14 CONDUCTORES QUE ALIMENTAN UN SOLO MOTOR.

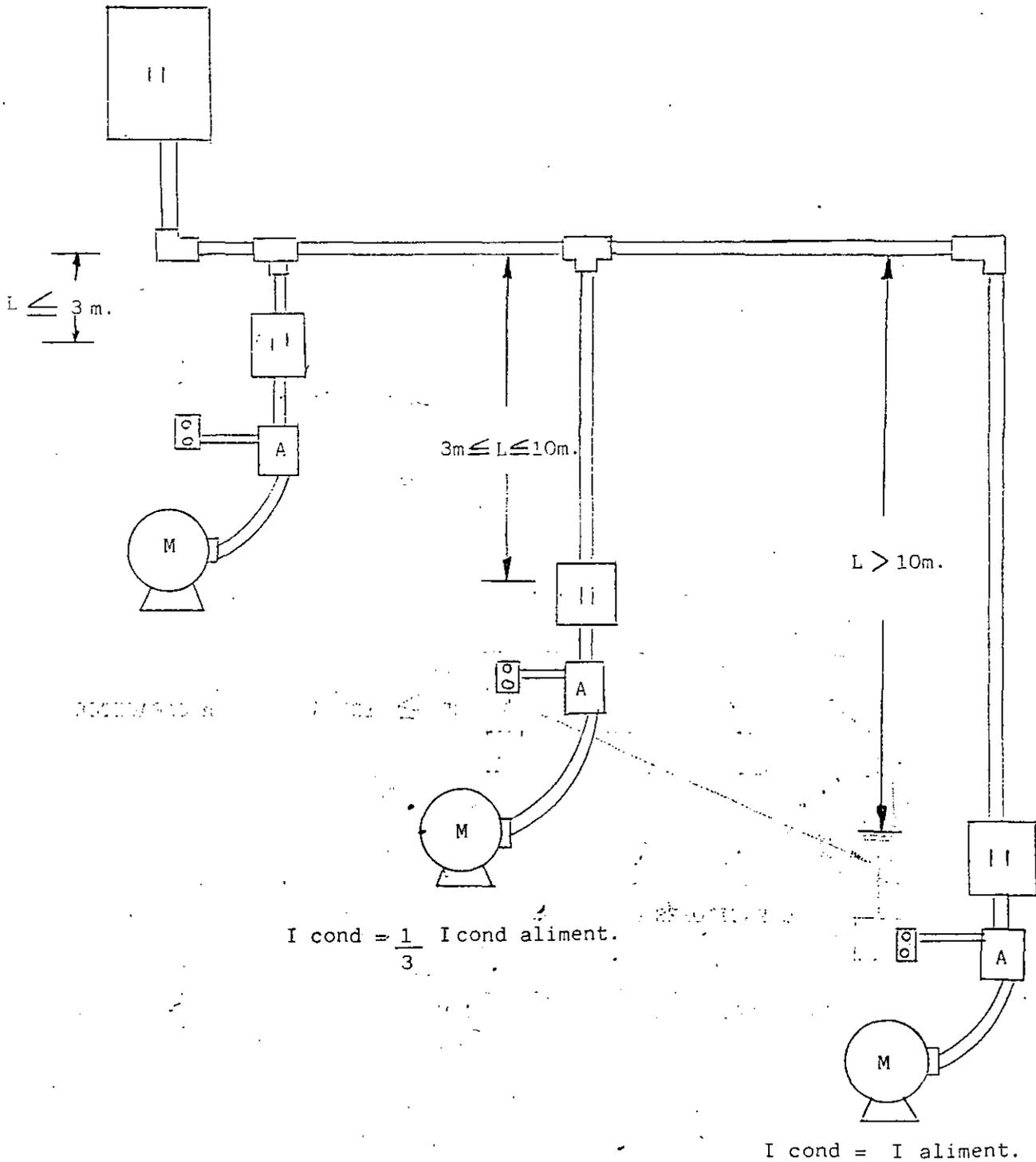


$$I_{COND} \geq 125\% I_{MOTOR A} \text{ PLENA CARGA}$$

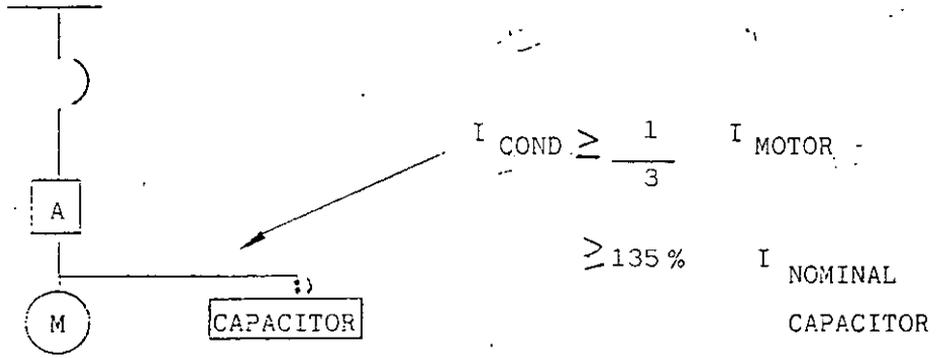
403.16 CONDUCTORES QUE ALIMENTEN VARIOS MOTORES.



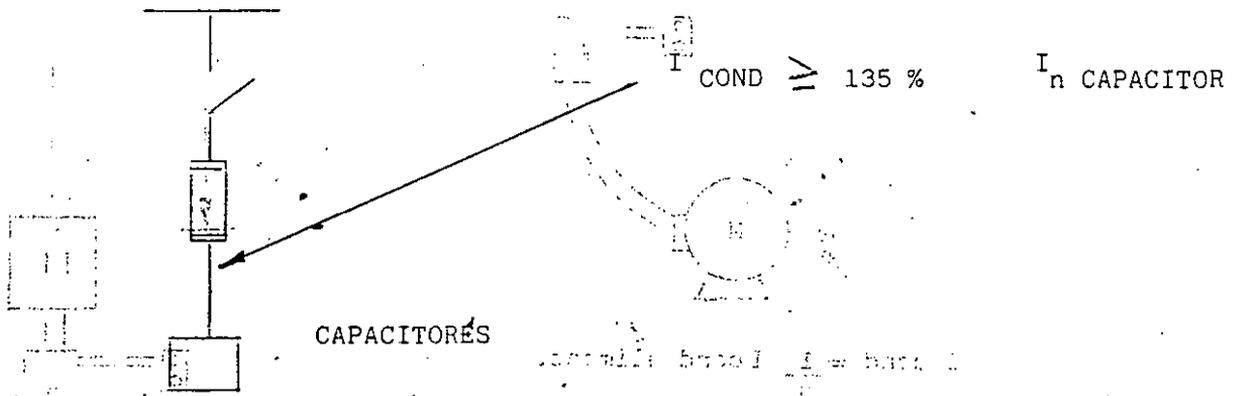
$$I_{COND} = I_{M1} + I_{M2} + I_{M3} + 1.25 I_{MOTOR \text{ MAYOR.}}$$

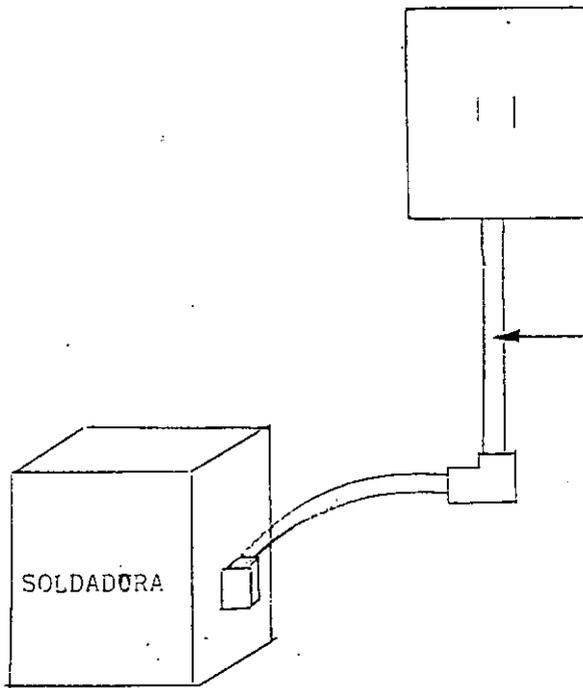


403.19

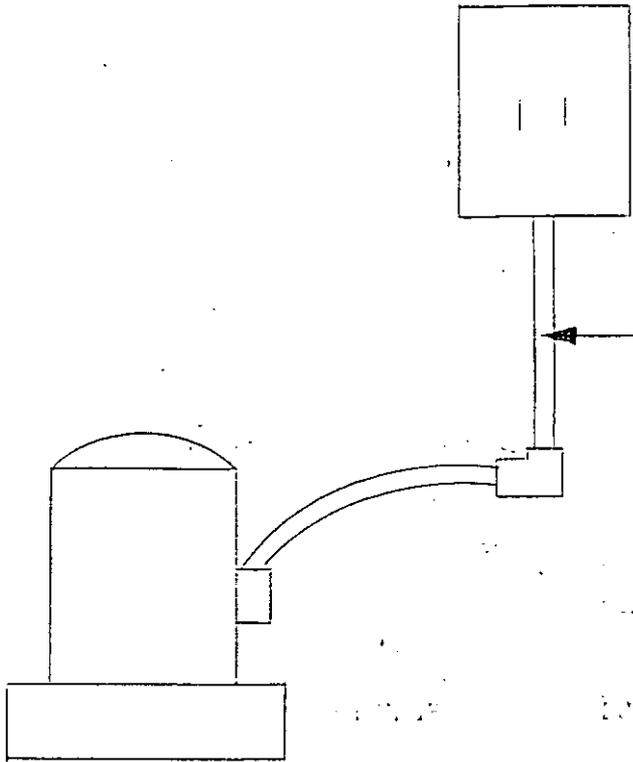


406.7 CAPACITORES

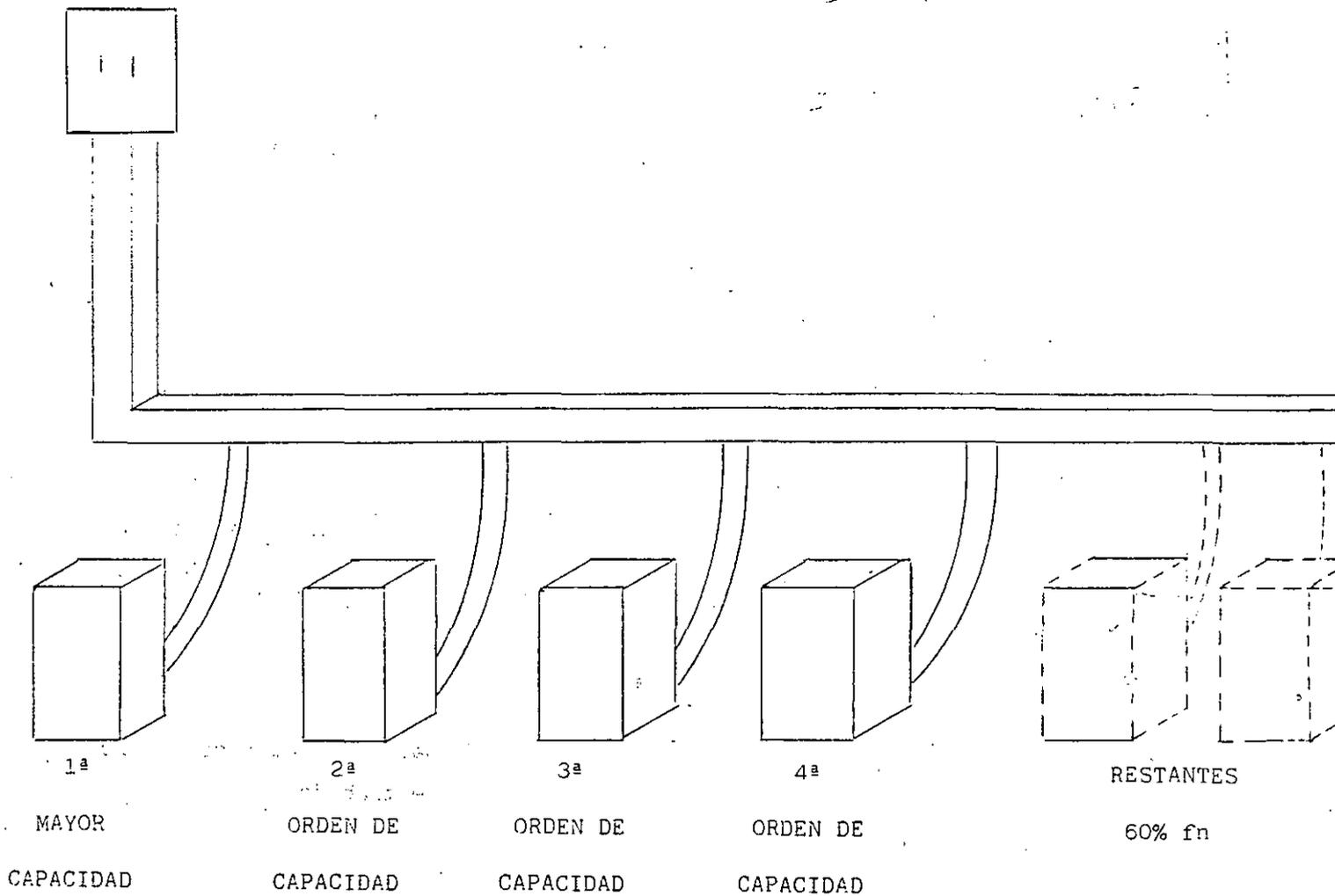




$I_{cond} = I_{nominal} \times \text{Factor Multiplicador basado en el \% Ciclo de trabajo}$



$I_{cond} = I_{nominal} \times \text{Factor Multiplicador}$   
primaria Basado en el % Ciclo de Trabajo.



$$I_{cond} = 100\% I_n + 100\% I_n + 85\% I_n + 70\% I_n + 60\% I_n \text{ (RESTANTES)}$$

518.19 A) SOLDADURAS INDIVIDUALES - SOLDADURAS POR RESISTENCIA

A.1) SOLDADORA VARIABLE

- SOLDADORA DE COSTURA Y DE AVANCE AUTOMATICO

$I_{\text{conductor}} \geq 70 \% I_{\text{nominal primaria}}$

- SOLDADORAS MANUALES NO AUTOMATICAS

$I_{\text{conductor}} 50 \% \geq I_{\text{nominal primaria}}$

518.19 a2) FUNCIONAMIENTO ESPECIFICO

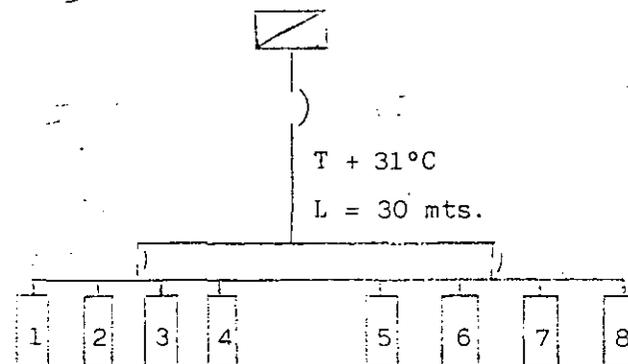
$I_{\text{conductor}} \geq I_{\text{nominal primaria}} \times \text{factor multiplicador}$

basado en el % del ciclo de trabajo.

EJEMPLO 1

CALCULAR EL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE UN CIRCUITO DE ALUMBRADO QUE TIENE

8 LUMINARIOS DE 2 X 74 WATTS, A 127 VOLTS F.P. = 1.



+ LA TUBERIA ALOJA EN TOTAL 6 CONDUCTORES

1 SE CALCULA LA CARGA DE LOS LUMINARIOS

1 LUMINARIO DE 2 X 74 W = 148 WATTS.

148 W X 125 % (PERDIDAS P/BALASTRO) = 185 WATTS.

8 LUMINARIOS X 185 W = 1480 W

A) POR CAPACIDAD

a) 
$$I_n = \frac{1480 \text{ W}}{127 \text{ V}} = 11.65 \text{ Amp.}$$

b) APLICANDO EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO, SE CONSULTA LA TABLA 302.4a PARA 6 CONDUCTORES EN UNA TUBERIA, LA CAPACIDAD SE AFECTA AL 80 %

$$11.65 \times 0.8 = 9.32 \text{ Amp.}$$

c) APLICANDO EL FACTOR DE TEMPERATURA, SE CONSULTA LA TABLA 302.4b Y UTILIZANDO UN CONDUCTOR CON AISLAMIENTO PROPIO PARA 75°C (THW)

FACTOR = 0.88

$$\frac{9.32}{0.88} = 10.59 \text{ Amp.}$$